

УДК 502.21

# БИОЭКОНОМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВАЯ ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО — ПУТЬ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Д.А. БЕЛОЗЕРОВ

Научно-исследовательский и проектный Институт социо-природных систем Международного университета природы общества и человека «Дубна»

В статье обосновывается необходимость постепенного внедрения в энергетический сектор экономики для развития устойчивой энергетики будущего технологий биоэнергетики, сырье для которой – биомасса – является универсальным источником для получения энергии и продукции для интенсификации сельского хозяйства. Раскрывается сущность рециклинга – как основного звена биоэнергетики, имеющего важное значение для экологии почв и их восстановления. Показывается, каким образом через биоэнергетику и рециклинг веществ можно прийти к естественному формированию отдельных секторов биоэкономики. Рассматриваются возможности биоэкономики как прототипа нового технологического уклада. Вводится понятие тиражируемости проектов по биоэнергетике и описываются механизмы стимулирования индустриально-инновационного развития аграрного комплекса.

**Ключевые слова:** устойчивая энергетика, биоэкономика, агроэкосистема, агроэкосистемный анализ, рециклинг веществ, тиражируемость, новые технологии аграрного комплекса.

В условиях постоянно нарастающей энергетической недостаточности в мире, успех страны будет зависеть от того, как скоро будут разработаны и внедрены стратегии качественного перехода к устойчивой энергетике, позволяющей энергетическим системам в полной мере стать низкоуглеродными, безопасными и менее дорогостоящими.

Устойчивая энергетика должна характеризоваться экологической безопасностью, долговременной до-

## BIOECONOMIC SUSTAINABLE ENERGY OF THE FUTURE — WAYS TO PROVIDE FOOD, ECOLOGY AND ENERGY SECURITY

D.A. BELOZEROV

The article justifies for sustainable energy of the future the necessity of gradual introduction of bioenergy technologies into the energy sector of economics, the raw material for which – biomass – is a universal source to receive energy and output for agriculture development stimulation. The essence of recycling is examined as the basic bioenergy element that has an important meaning for soil ecology and soil rehabilitation. The way to come to natural formation of separate bioeconomic sectors through bioenergy and substances recycling is demonstrated. Bioeconomics possibilities as a prototype of a new technological mode are considered. The notion of bioenergy projects replicability is introduced and the mechanisms of industrial innovative development of rural complex are described.

**KEYWORDS:** sustainable energy, bioeconomics, agricultural ecosystem, agroecosystem analysis, substances recycling, replicability, new technologies of rural complex.

ступностью источника энергии и его эффективностью, и при этом гарантировать удовлетворение потребительских нужд как в настоящем, так и будущем.

Устойчивая энергетика включает в себя использование как «невозобновляемых» источников энергии, так и всех возобновляемых источников, которые экологически чистые, не загрязняют окружающую среду и оказывают минимальное влияние на здоровье человека и экосистемы. К ним относятся: энергия солнца

и ветра, энергия биомассы, петроэнергетика, а также с некоторым допущением геотермальная и водородная энергетика.

Все вышеперечисленные источники эффективны при условии комплексирования их различных видов [9] и составляют основу формирования устойчивой энергетика.

Важно отметить, что формирование устойчивой энергетика наиболее естественным и органичным способом приводит к становлению важнейших и высокотехнологичных секторов биоэкономики, как сопутствующего результата, поскольку выполняет роль связующего элемента трех компонентов – экономического, социального и экологического характера.

Как известно, в биоэкономике основной сырьевой базой является биомасса, которая при использовании современных агро-биотехнологий может применяться во многих отраслях промышленности (АПК, энергетика, фармакология и медицина, химическая промышленность и биоинженерия). В то же время, огромно значение биомассы и в качестве одного из основных источников для энергетика.

Основными составляющими потенциала биомассы являются продукты и отходы растительного и животного происхождения (древесины, сельского хозяйства, биомасса водорослей), а также энергетические культуры, возделывание которых начало активно развиваться с середины 2000-х гг. Важный фактор – возможность организации всего энергетического цикла по замкнутой цепочке рециклинга составляющих его компонентов с применением современных агро-биотехнологий. При этом могут быть найдены решения целого ряда острейших проблем современности, таких как нехватка продовольствия, связанная с ростом населения, истощаемость минеральных ресурсов, загрязнение окружающей среды, деградация земель сельскохозяйственного назначения, социальные и медицинские проблемы.

Успешное решение этих проблем возможно при условии формирования устойчивой энергетика и становления соответствующих секторов биоэкономики только через масштабное и комплексное взаимодействие био- и техносферы, при условии рационального локального использования биоресурсов.

Биоэнергетика является важной составляющей для развития устойчивой энергетика региона, поскольку использование биомассы для генерации электрической и тепловой энергии обеспечивает повсеместную доступность использования энергии, и особенно актуально для удаленных сельских районов, при наличии необходимых минимальных земельных и водных ресурсов.

Агропромышленный комплекс становится высокотехнологичной сферой, что привлекательно для инвестирования человеческого капитала.

Благодаря новым технологиям осуществляется переход к широкому спектру первичных ресурсов

Д. А. БЕЛОЗЕРОВ  
БИОЭКОНОМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВАЯ  
ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО КАК ВОЗМОЖНЫЙ ПУТЬ  
РЕШЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ,  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ

– биомасса древесины, быстрорастущих кустарниковых и травянистых растений, лигнит, горючая часть коммунальных отходов, отходы мелиоративных работ, расчистки территорий под новое строительство, растениеводства и животноводства, перерабатывающей и пищевой промышленности и целый ряд других. Таким образом, агропромышленный комплекс становится катализатором развития урбанизированных территорий.

Отходы анаэробного сбраживания используются в качестве удобрений, что позволяет существенно снизить применение минеральных удобрений и перейти к производству экологически чистых продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Использование севооборота «энергетические культуры – традиционные культуры» позволяет существенно повысить урожайность.

Появление биотоплива для автомобилей стимулирует развитие нового экологически безопасного поколения автомобильного транспорта [10].

Следует отметить также, что формирование биоэнергетика и развитие биоэкономики осуществляется в увязке с решением таких проблем, как:

- производство органических удобрений с использованием отходов метатенков
- производство эффективных кормовых добавок для животных за счет использования шрота и жмыха после отжима масла для биотоплива;
- экономически эффективное освоение неиспользуемых территорий сельскохозяйственного назначения [1].

Биомасса является потенциальным источником всех основных энергоносителей — жидкости, газа, тепла и электроэнергии, и при этом она может храниться и использоваться по необходимости для энергоснабжения. Ключевым вопросом при этом является объем биомассы растительного происхождения, который можно использовать для энергетических нужд, не нарушая при этом баланса потребностей животноводства и растениеводства. По результатам исследований ведущих европейских институтов в области биоэнергетика (Институт окружающей среды, безопасности и энергетика имени Фраунгофера (Оберхаузен) и Немецкий центр исследования биомассы (Лейпциг), доля использования биомассы растительного происхождения для нужд энергетика без ущерба для сельского хозяйства, в среднем по странам Евросоюза составляет от 15 до 50 % выхода биомассы.

Есть основания предполагать, что примеры успешной реализации биоэнергетических проектов в странах с различными климатическими и ресурсными данными дадут возможность определить ряд общих ключевых факторов и параметров, чтобы в дальнейшем создать универсальную модель биоэнергетических проектов, обладающую свойством тиражируемости. В качестве примера обратимся к ситуации, сложившейся в биоэнергетическом секторе Дании.

В настоящее время Дания – признанный лидер использования биомассы в биоэнергетике. С 1976 г. в этой стране была развернута активная работа, долгосрочной целью которой является независимость от ископаемого топлива. К 2020 г. Дания намеревается стать одной из передовых стран в отношении доли использования возобновляемой энергии [12]. В 2013 г. 40% энергобаланса Дании обеспечивали такие источники, среди которых пятая часть принадлежит энергии биомассы [7]. Большая часть биомассы в Дании приходится на солому (около 1,5% в общем энергопотреблении, а биомассы в целом — около 6%: ежегодно из 6 млн т соломы около 1,5 млн т используется для переработки и последующего производства энергии, что позволяет получить более 6 млн кВт\*ч электроэнергии или около 0,5 млн т условного топлива. В среднем, с одного гектара зерновых после уборки урожая ежегодно получают около 3–4 тонн соломы. Из этого объема только 5–10% расходуется на хозяйственные потребности (удобрение, корм, подстилку для скота). Известно, что 2,9 тонны соломы заменяют 1000 кубометров природного газа (по данным ОАО «Южтеплоэнергомонт»).)

Одна тонна биомассы растительного происхождения в среднем равна 0,2 тонн нефтяного эквивалента (т.н.э.) или 11,63 МВт\*час. Современный уровень энергопотребления в мире эквивалентен 12 млрд т н.э. С учетом существующих темпов роста к 2050 г. мировое энергопотребление достигнет 15 млрд т н.э. (по более пессимистическим прогнозам – 25 млрд. т н.э.). При этом, по данным Мирового энергетического совета, использование возобновляемых источников энергии увеличится в два раза и достигнет 6 млрд. т н.э., а доля биомассы составит 2,6 млрд т н.э. (Лаборатория возобновляемых источников энергии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова). Чтобы обеспечить 2,6 млрд т.н.э., то есть 1/6 часть существующего энергопотребления, необходимо использовать для энергетических нужд около 12,5 млрд. тонн биомассы растительного происхождения.

Важно учесть, что при переработке биомассы для нужд энергетики существует возможность получения полезной побочной продукции для решения экологической и продовольственной проблем. При внедрении современных агро-биотехнологий можно коренным образом улучшить экологическую обстановку в сфере оборота земель сельскохозяйственного назначения, нарушенных или выведенных из оборота, в первую очередь за счет получения и дальнейшего использования высококачественного органического удобрения с последующей гумификацией почв. Речь идет также и о выращивании «полезных» технологических культур, наподобие Мискантуса гигантского (*Miscanthus giganteus*) и ряда других культур, которые самим фактом своего произрастания восстанавливают качество и плодородие почв, останавливая воздействие водной и ветровой эрозии.

Рациональное использование земельных ресурсов для целей биоэнергетики необходимо осуществлять только на основе рециклинга или оборота веществ растительного и животного происхождения, что позволит избежать многочисленных проблем экологического и экономического характера. Другими словами, технологический процесс получения энергии и продукции глубокой переработки из биомассы, и на этой основе интенсификации сельского хозяйства, должен быть максимально замкнутым, не наносить экологического ущерба и более того, улучшать качественные характеристики земель и плодородие почв, и в целом окружающей среды обитания. Это во многом объясняется сложившейся в мире ситуацией – растущей деградацией почв и повсеместным падением уровня содержания гумуса, напряженной экологической обстановкой, постоянно растущим энергодефицитом и увеличением спроса на импортную продукцию биологического происхождения (продукты питания, кормовые биодобавки и удобрения, ткани и материалы).

Существующих примеров рециклинга не мало, однако в настоящее время эти технологии не носят системного характера. В качестве позитивного примера можно указать на опыт Дании, где одной из важнейших задач энергетического сектора АПК является утилизация отходов производства без ущерба для окружающей среды. При сжигании соломы в бойлере с решетчатым дном большая часть золы ссыпается на его дно, часть остается в виде зольной пыли в летучем газе. Зола содержит питательные вещества для растений, особенно калий. Внесение золы на поля в качестве удобрения – хороший способ утилизации отходов энергопроизводства, а также позволяет сократить долю минеральных удобрений. Внесение золы на поля регулируется распоряжением об использовании золы, полученной в результате газификации и сжигания биомассы и органических отходов, для сельскохозяйственных нужд [12]. В Московской области известны примеры внесения в почву органических удобрений животного происхождения для повышения содержания гумуса, прошедших термообработку и безопасных в ветеринарно-санитарном отношении, основой для которых служит смесь древесных опилок и помета птиц. В последнее время за рубежом и в России активно разрабатываются перспективные экологически безопасные технологии подготовки навоза к использованию (экспресс-компостирование, вермикюльтивирование, анаэробное сбраживание, термофильная аэробная стабилизация и др.) [6].

Внедрение рециклинга как основного звена биоэнергетики, имеющего важное значение для экологии почв и их восстановления, рассматривается как система взаимодействующих факторов в существующих агроэкосистемах<sup>1</sup>, которая посредством применения современных агробiotехнологий принимает устойчивое состояние баланса на основе положительных и отрицательных обратных связей (рис. 1).

Положительные обратные связи усиливают отклонение регулируемой величины от исходного состояния, а отрицательные обратные связи возвращают систему в прежнее состояние. Иначе можно сказать, что положительные обратные связи — это взаимная стимуляция двух процессов, а отрицательные обратные связи — подавление отклонений управляемого процесса. Отрицательные обратные связи стабилизируют систему, а положительные — переводят ее в иное состояние (т.е. разрушают прежнюю структуру взаимосвязей) [13].

Применительно к агроэкосистемам взаимодействие положительных и отрицательных обратных связей всегда было искусственно регулируемым и в целом устойчивым. Однако уже с середины 1950-х годов и до настоящего времени стал постепенно доминировать разрушающий эффект положительных обратных связей, что выражается в повсеместной деградации почв в результате интенсивной и агрессивной деятельности в агро-промышленном комплексе, в том числе по причине выращивания энергетических масличных культур. Для преодоления негативных последствий необходимо усилить действие отрицательных обратных связей, с определением допустимого диапазона их воздействия для стабилизации ситуации в сфере землепользования и последующего ведения устойчивого сельского хозяйства, что можно осуществить путем системного внедрения рециклинга с использованием современных агробиотехнологий.

Для определения роли рециклинга в биоэнергетике и применительно к различным природным условиям следует обратиться к агроэкосистемному анализу конкретной сельскохозяйственной среды. Такой анализ означает рассмотрение вопросов экологии, социологии, экономики и политики и может быть использован для определения устойчивости сельскохозяйственной системы, независимо от природных условий, то есть как составная часть научно-технологической основы тиражируемых проектов, о которых речь пойдет далее. Отметим также, что агроэкосистемный анализ не является новой практикой: земледельцы и фермеры делали это и тогда, когда общество перешло от охоты и собирательства к производству продуктов питания. Каждый раз, когда человек, занятый в сельском хозяйстве, оценивает свое положение, определяет методы, лучше всего соответствующие его интересам, он выполняет агроэкосистемный анализ [3, 8].

Агроэкосистема — это пространственно ограниченная, искусственно созданная, нестабильная, взаимосвязанная совокупность биотических и частично измененных абиотических компонентов, характерной особенностью которой является относительно устойчивое функционирование во времени при наличии постоянного входящего потока антропогенной энергии и существующая для получения заранее определенного количества растительной сельскохозяйственной продукции [3].

А. А. БЕЛОЗЕРОВ  
БИОЭКОНОМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВАЯ  
ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО КАК ВОЗМОЖНЫЙ ПУТЬ  
РЕШЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ,  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ



РИС. 1.

Модель рециклинга на основе положительных и отрицательных обратных связей

Структуру рециклинга в контексте биоэнергетики условно можно разделить на три составляющих основы:

- 1) Природно-ресурсная основа. Включает в себя земельные и водные ресурсы региона, а также биомассу растительного и животного происхождения;
- 2) Агро-биотехнологическая основа — комплекс современных агро-биотехнологий, направленных на получение продукции глубокой переработки биомассы, и на этой основе обеспечивающий интенсификацию сельского хозяйства и организацию всей производственной цепочки по принципу рециклинга;
- 3) Системная основа — квалифицированные специалисты, реализующие посредством навыков и знаний механизмы управления производственными процессами в технологической цепочке рециклинга, в том числе с применением SMART GRID и ГЛОНАСС систем.

Природно-ресурсная основа выступает в качестве начального звена рециклинга, являясь связующим звеном между земельными и водными ресурсами, и вступая в цепочку рециклинга, позволяет решать проблемы орошаемого земледелия и водообеспечения отдельных территорий. В то же время, она обеспечивает получение биомассы растительного и животного происхождения, большая часть которой используется в народном хозяйстве в качестве продуктов питания, посевного материала и естественного удобрения на полях. Однако, как уже было сказано выше, существует не используемый в настоящее время потенциал биомассы, который в зависимости от региона, составляет от 15 до 50%. Эту часть биомассы можно использовать для глубокой переработки, реализуя тем самым технологическую цепочку рециклинга для получения тепловой и электрической энергии, производства высококачественных удобрений, кормовых добавок и т.д.

На данном этапе начинают активно применяться современные агро-биотехнологии, необходимые для решения задачи интенсификации сельского хозяйства и организации всего производственного цикла по принципу рециклинга. К основным современным агро-биотехнологиям относятся:



– производство и применение биологических препаратов на основе микроорганизмов, которые улучшают азотное и фосфорное питание растений. Бактериальные препараты создаются на основе микроорганизмов, выделенных из природных биоценозов, поэтому они безопасны для людей, не загрязняют окружающую среду, восстанавливают природное плодородие почв и способствуют получению экологически чистого урожая;

– производство высококачественных органических удобрений;

– использование трансгенных растений, устойчивых к болезням и вредителям, без использования пестицидов и фунгицидов, но исключительно для энергетических нужд;

– производство кормов и биологически активных добавок из отходов биомассы [5];

– технологии производства биотоплива [10];

– технологии создания биополимеров. К биополимерам относятся: пластики с добавлением веществ для быстрого разложения, материалы из возобновляемого сырья, основой которых служит полимолочная кислота), а также обычные полимеры, произведенные из биосырья (биоэтанола);

– биотехнологические решения для уничтожения отходов из синтетических полимерных материалов [11];

– биотехнологическая очистка и повторное использование отработанной воды в агрономических системах [4].

Последовательное и рациональное внедрение технологий для интенсификации агропромышленного комплекса позволит выпускать высококачественную экологически чистую продукцию при сохранении плодородия почв и водных ресурсов. Внедрение таких технологий необходимо осуществлять комплексно, учитывая природно-ресурсные и социально-демографические особенности в каждом отдельно взятом регионе.

Необходимо отметить, что проблемы продовольственной, экологической и энергетической безопасности имеют глобальный системный характер, и в большей или меньшей степени свойственны всем регионам. Возможным их решением является комплексное внедрение технологий биоэнергетики и агробiotехнологий с созданием проектов на основе данных технологий. Важно, чтобы подобные проекты отвечали свойству тиражируемости, то есть, они могли быть применены при изначально различных исходных природно-ресурсных и социально-демографических условиях. Согласно определению Агентства стратегических инициатив [2], тиражируемыми являются «проекты, имеющие возможность продвижения аналогичных проектов в регионах, не являющихся регионами реализации проекта, с дополнительным экономическим эффектом. Дополнительный экономический эффект может быть выражен в виде снижения

издержек на прединвестиционную или инвестиционную фазу, существенного снижения рисков, сокращения сроков реализации, снижения операционных издержек в результате технологического совершенствования, а также наличия синергетического эффекта при увеличении числа аналогичных реализуемых проектов».

Общие свойства подобных проектов определяются:

– сокращением материальных издержек и затрат на разработку подобных комплексов в дальнейшем и на перспективу;

– набором стандартных апробированных технологий, которые могут быть применены независимо от особенностей региона;

– рядом идентичных проблем экономического, экологического и энергетического характера, не зависящих от различных природно-ресурсных и социально-демографических условий.

Директором Научно-исследовательского и проектного института социо-природных систем (г. Дубна) А.С. Щеулиным сформулирован и предложен проект последовательного внедрения механизмов стимулирования индустриально-инновационного развития аграрного комплекса на основе технологий биоэнергетики и агробiotехнологий. В качестве одного из возможных механизмов предлагается создание в центре каждого региона Аграрно-промышленного демонстрационного парка. Такой парк будет эффективно стимулировать индустриально-инновационное развитие аграрного комплекса региона, и на этой основе обеспечивать интенсификацию процесса обеспечения национальной продовольственной, экологической и энергетической безопасности. Также он позволит решить проблему повышения престижности работы в сельскохозяйственном производстве высококвалифицированных специалистов, в особенности молодых. На его основе будут созданы условия для кооперации различных структур, прямо или косвенно заинтересованных в развитии инновационно-инвестиционного процесса в аграрном комплексе на основе применения апробированных наукоемких технологий биоэнергетики и агробiotехнологий.

В парке будут сконцентрированы в качестве участников проекта структуры, ориентированные на:

– демонстрацию различных агропромышленных технологий и экономически эффективного развития сельского хозяйства и формирования социальной, инженерной и инновационной инфраструктуры в сельской местности с применением новых апробированных технологий;

– продвижение этих технологий в реальные сельскохозяйственные производства различного масштаба и уровня развития;

– практическую подготовку кадров для освоения и использования новых технологий.

Аграрно-промышленный демонстрационный парк предусматривает активное участие участников проекта в подготовке и повышении квалификации специалистов для формирования ресурсосберегающей и экологически чистой экономики сельского хозяйства с высокой добавленной стоимостью, в разработке и реализации программ повышения культуры в сфере устойчивого природопользования на основе демонстрации и обучения использованию зарекомендовавших себя наукоемких технологий:

- строительства объектов различного назначения в сельской местности;
- обработки и повышения плодородия почв;
- экономически и экологически эффективного обращения отходов сельскохозяйственного производства растительного и животного происхождения;
- полного или частичного самообеспечения сельских поселений электрической и тепловой энергией, а также частично моторным топливом.
- применения информационных технологий в сельском хозяйстве.

Благодаря внедрению агробιοтехнологий для интенсификации АПК может быть осуществлен постепенный, плавный и естественно-органичный переход к становлению отдельных секторов биоэкономики, которые в настоящее время недостаточно развиты. К ним, в первую очередь относятся производства высококачественных органических и функциональных продуктов питания, биопластиков, биотоплива, высококачественных кормовых добавок и органических удобрений. В результате, возможно, будет найдено решение ряда проблем, основными из которых можно назвать следующие:

- необходимость значительного повышения продуктивности основных ресурсов в АПК, прежде всего, за счет использования биологических факторов;
- переход к экологически безопасному и устойчивому агропроизводству при сохранении высоких показателей продуктивности и прекращении нарастающей деградации основного ресурса земледелия – почв;
- развитие новых перспективных высокотехнологичных направлений, связанных с биоэнергетикой и биосинтетической химией;
- преодоление отчужденного характера труда на сельских территориях, особенно сильно проявляющегося в иерархизированных производственных структурах (агрокорпорации, крупные агрофирмы и т.д.);
- повышение технической и интеллектуальной насыщенности труда в аграрной экономике, переход от «экономики инструментов и машин» к «экономике знаний»;
- повышение престижности труда и жизни на сельских территориях, устранение инфраструктурных и культурных разрывов с городом;
- предотвращение оттока сельского населения и сельской депопуляции;

**Д. А. БЕЛОЗЕРОВ**  
 БИОЭКОНОМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВАЯ  
 ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО КАК ВОЗМОЖНЫЙ ПУТЬ  
 РЕШЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ,  
 ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
 БЕЗОПАСНОСТИ

– формирование новой жизненной среды на сельских территориях с высокими показателями капитализации и человеческой привлекательности [14].

#### Литература

1. **Абыкаев Н.А., Бектурганов Н.С., Зейнуллин А.А., Кузнецов О.Л., Спицын А.Т., Щеулин А.С.** Проект Стратегии устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года // Вестник КазНАЕН, №2. 2014.
2. Агентство стратегических инициатив. «Основные критерии отбора профессиональных проектов».
3. **Булаткин Г.А.** Эколого-энергетические основы продуктивности агроэкосистем // М.: НИА-Природа, 2008.
4. Вторичное использование сточных вод. [[http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3290](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3290)].
5. **Гарзанов А., Кадыров Д.** Экструзионная переработка биологических отходов в корма // Птицеводство. 2008. №7.
6. **Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В.** Рециклинг отходов в АПК: справочник // М.: Росинформагротех, 2011. 296 с.
7. Интервью РГ министра климата, энергетики и строительства Королевства Дания Мартина Лидегаарда. [<http://www.rg.ru/2013/03/12/siryo.html>].
8. Информационный обзор по теме «Агроэкосистемы» [[https://ru.wikipedia.org/wiki/Агроэкосистемы#cite\\_note-3](https://ru.wikipedia.org/wiki/Агроэкосистемы#cite_note-3)].
9. **Кузнецов О.Л., Спицын А.Т., Абыкаев А.Н., Щеулин А.С.** Глобальная энергетика развития // М.: Экономика, 2011. 214 с.
10. **Кузнецов О.Л., Спицын А.Т., Абыкаев А.Н., Щеулин А.С.** Глобальная энергетика развития». // М.: Экономика, 2011. С.173–176.
11. Разработка технологии микробиологической утилизации бытовых полимерных отходов. [<http://bioplaneta.ru/research/ecology/polymer.php>].
12. **Скотт Т.** Производство энергии из соломы. Положение, технологии и инновации в Дании 2011 // BioPress, 2011.
13. **Шабанов Д.А., Кравченко М.А.** Экология: биология взаимодействий. Учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов. // Харьков: ХНУ, 2011–2013.
14. **Шушкевич Ю.А.** Стратегия становления и развития новой аграрной экономики России на основе биотехнологического уклада до 2050 г. М., 2012.

**Белозеров Даниил Александрович**, научный сотрудник Научно-исследовательского и проектного Института социоприродных систем Международного университета природы общества и человека «Дубна»

✉ 141983, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19, оф.1-407, тел.:+7 (916) 656-00-79, e-mail: daniil.belozеров@gmail.com