

ЭКОЛОГИЯ

УДК 581.5

В.А. Усольцев

Уральский государственный лесотехнический университет,
Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

**РУССКИЙ ЛЕС КАК ГАРАНТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ**



<http://www.pressfoto.ru/image-1206223>



Мир вступает в эру биоэкономики, т. е. экономики, основанной на биотехнологиях, использующих возобновляемое сырье для производства энергии и материалов. По прогнозам Мирового энергетического агентства, нехватка нефти в 2025 году будет оцениваться в 14% (<http://www.infobio.ru/sites/default/files/bioenergy.pdf>). Но проблема не только в этом. Движущими факторами для развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) являются угрозы, связанные с энергетической безопасностью, изменением климата, экономическим спадом и загрязнением окружающей среды. Чтобы ослабить эффекты изменения климата на Земле, необходимо более активно использовать энерго-сберегающие технологии, рационально использовать энергоресурсы и развивать возобновляемую энергетику. С целью обеспечения глобальной энергетической и экологической безопасности мировое сообщество предпринимает активные попытки снизить зависимость энергетики от ископаемого топлива путем его замены ВИЭ, в частности, энергией ветра, солнца и воды (**рис. 1**). Но наиболее перспективным ВИЭ является биотопливо, т.е. топливо из биологического сырья.



Рис. 1. Перспективные экологически чистые возобновляемые источники энергии будущего (<http://greenevolution.ru/2013/09/06/>).

Биомасса – естественный источник энергии, ее воспроизводство не изменяет климат, присутствует во всех климатических зонах России и при сжигании не образует экологически вредных соединений. В то же время, при использовании традиционного ископаемого топлива возрастает не только выброс парниковых газов, основным из которых является CO_2 , но и общее загрязнение среды. При этом разрыв между глобальными выбросами и поглощением углерода из года в год увеличивается (**рис. 2**).

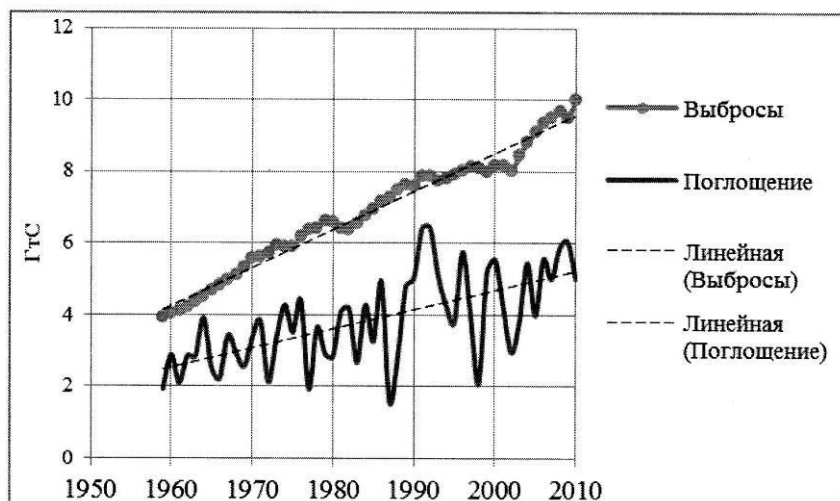


Рис. 2. Динамика глобальных выбросов и поглощений с 1959 по 2010 гг. (Фёдоров, 2013).



Это относится как к сжиганию каменного угля в котельных, так и к транспортному комплексу. За 10 лет, с 2001 по 2011 гг. количество автотранспортных средств в России выросло на 83%, в результате чего выбросы CO₂ от автотранспорта выросли в 2,5 раза. В общем балансе антропогенных загрязнений более 70% приходится на двигатели внутреннего сгорания, и автотранспорт обогнал по выбросам CO₂ не только ЖКХ, но и всё промышленное производство (Юлкин, 2013). Прямой ежегодный ущерб от пагубных выбросов только автотранспортного комплекса России на окружающую среду и здоровье населения составляет около 4 млрд. долл.

Наибольшее распространение получают следующие виды биотоплива (http://agrogold.ru/biotoplivo,_biotoplivo_proizvodstvo):

биоэтанол - этиловый спирт, производимый из биомассы и биологически разлагаемых компонентов;

биогаз - топливный газ, производимый из биомассы и биологически разлагаемых компонентов отходов;

биодизельное топливо - сложный метиловый эфир со свойством дизельного топлива, производимый из масла растительного (рапс) или животного происхождения;

твердое биотопливо - пеллеты, брикеты, производимые из биомассы путем ее переработки и прессования.

Около 90% мирового потребления биотоплива приходится на биоэтанол и биодизель (<http://www.infobio.ru/sites/default/files/bioenergy.pdf>). Перспективно также использование древесных пеллет (рис. 3), по калорийности не уступающих каменному углю, при этом их зольность ниже в десятки раз, и отсутствуют серные примеси.



Рис. 3. Древесные пеллеты

Мировыми центрами производства биотоплива являются США, Бразилия и Европейский Союз, сконцентрировавшие 85% его мирового производства. К 2017 году оно должно увеличиться на 25% и составить около 140 млрд. литров (<http://www.infobio.ru/sites/default/files/bioenergy.pdf>). Международная энергетическая ассоциация (IEA) прогнозирует, что к 2030 г. производство биотоплива

увеличится до 150 млн. т энергетического эквивалента нефти, и его доля в общем объеме топлива в транспортной сфере достигнет 4-6 % (<http://5fan.ru/wievjob.php?id=2666>). В странах Юго-Восточной Азии прогнозируется увеличение доли возобновляемой

энергии в общем потреблении с 5 % в 2010 году до 20% в 2030 году, но и в этом случае выброс загрязняющих атмосферу веществ, в том числе парниковых газов, возрастет на 40% по отношению к 2010 году (Kgabi et al., 2014). Впрочем, эксперты отмечают, что уже через 40 лет страны Европы смогут полностью перейти на энергию из возобновляемых источников (<http://www.wildlife.by/node/536>).

В России доля биотоплива в общем объеме потребления энергоресурсов составляет меньше 5% в тепловой энергетике и менее 1% в электроэнергетике (<http://www.energynow.ru/energy-149.html>). В 2011 году США вложили в альтернативную энергетику 51 млрд, Китай – 52 млрд долларов. В общей мировой выработке электроэнергии доля ВИЭ возрастет к 2035 году по отношению к 2008 до 15%, а в РФ за тот же период - до 1,6% (Инвестиции..., 2012). В то же время, для России биоэнергетика является одним из наиболее перспективных видов ВИЭ, и прежде всего, в области использования отходов аграрно-промышленного и деревообрабатывающего секторов, пищевой промышленности, а также бытовых отходов.

Одним из крупнейших потребителей энергоресурсов в России является сельское хозяйство, и имеющийся в нем ресурсный потенциал биомассы практически неисчерпаем (рис. 4).

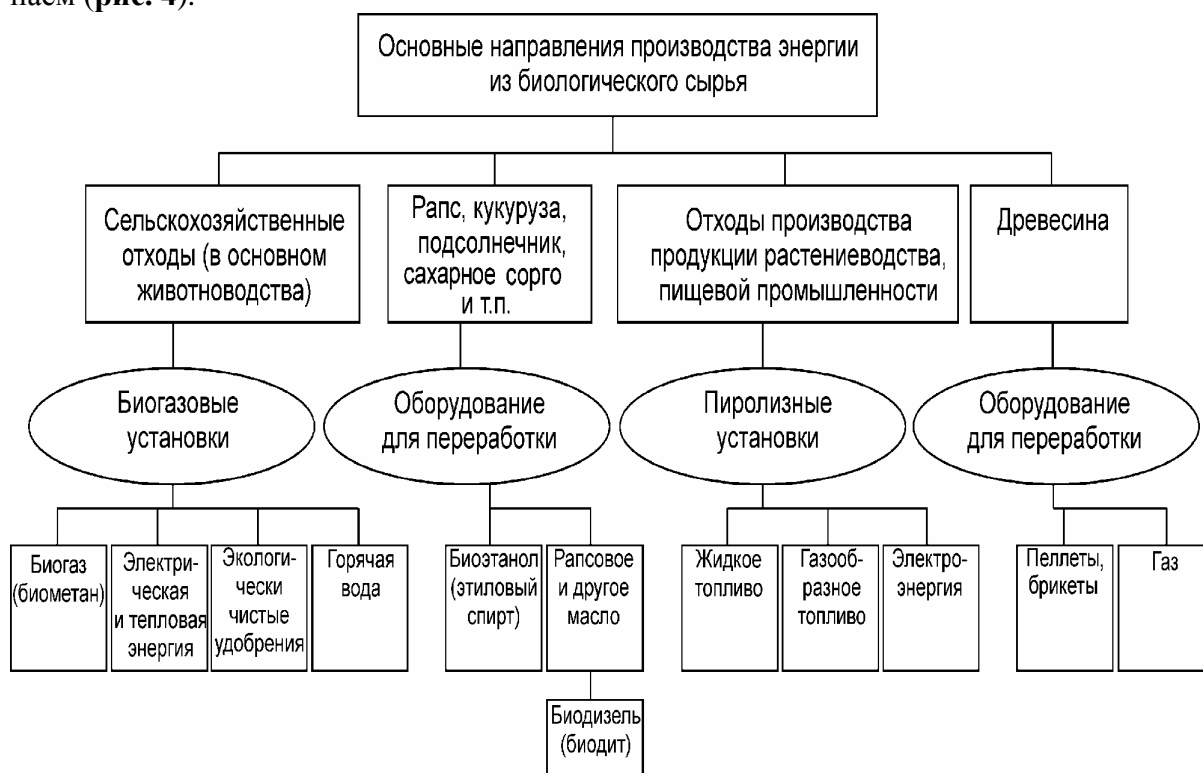


Рис. 4. Направления биоэнергетики в сельском хозяйстве (<http://5fan.ru/wievjob.php?id=2666>)

В настоящее время в России создана Национальная биоэнергетическая ассоциация, разработаны и реализуются крупные пилотные инвестиционные проекты по производству биодизельного топлива и биоэтанола в ряде субъектов Российской Федерации (рис. 5). Однако производство биотоплива сегодня напрямую привязано к зерновой индустрии, и существует опасение, что чем больше пахотных земель будет выделяться на нужды «зеленой» энергетики, тем меньше будет их использоваться для производства продовольствия. Это при том, что сегодня в мире голодает около 1 млрд. человек (<http://webground.su/topic/2013/10/01/t351>).



Рис. 5. География производства биотоплива в России (Черница, Чуриков, 2010).

Европа при скудности своих лесных ресурсов ориентируется на солнечную и ветровую энергию, а также на «энергетические» лесные плантации и выращивание рапса. России, располагающей примерно четвертью мировых лесных ресурсов, нет необходимости в таком подходе.

Но в силу ряда объективных (наличие достаточных запасов углеводородов) и субъективных (общий экономический и технологический кризис) факторов, Россия оказалась не вовлечена в глобальный процесс изменения энергетической парадигмы по примеру развитых стран (Черница, Чуриков, 2010). Мир переключается на возобновляемую энергию, Россия же продолжает «распиливать» недра, - комментируют ситуацию академики С.Д. Варфоломеев и О.И. Шевалеевский (<http://new-renewenergy.ru/alternativnaya-energiya/448-mir-pereklyuchaetsja-na-vozobnovljaemuju-jenergiju.html>).



http://portal-energo.ru/files/articles/portal-energo_ru_2.pdf

Благодаря огромным лесным ресурсам, большая часть которых приходится на малоосвоенные регионы Сибири, Россия располагает практически неисчерпаемыми возможностями в развитии «зеленой» энергетики, что позволяет ей занять лидирующие мировые позиции в производстве биотоплива. При этом зерновой биоэтанол постепенно будет вытеснен древесным, энергоэффективность которого существенно выше (<http://5fan.ru/wievjob.php?id=2666>).

Наиболее экономически и технологически доступными являются отходы деревообработки, объём которых в нашей стране достигает 50 млн. т (<http://5fan.ru/wievjob.php?id=2666>). Эти отходы сконцентрированы на территории лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий и в основном сегодня сжигаются. В целом, нерациональное сжигание энергоресурсов (не только лесных) достигает почти половины общего энергопотребления (Маргулов, 2003).

При оценке потенциала «зеленой» энергетики в России обычно ориентируются на расчетную лесосеку и соответствующий объём заготавливаемой древесины. При таком подходе в расчет идет лишь объём древесных отходов, получаемых на разных стадиях заготовки и переработки древесины. В последние годы заготовки деловой древесины в

РФ (не считая «вор-леса») ежегодно превышают 100 млн. кубометров (<http://www.audit.ru/articles/finance/a106/194177.html>). Поскольку на каждые 100 кубометров заготовленной деловой древесины приходится около 60-70 кубометров отходов от лесозаготовок и деревообработки (Усольцев, 1988), то в стране остаются невостребованными около 60-70 млн. кубометров, или около 30 млн. т органического вещества, включающего 50%, или около 15 млн т, чистого углерода.

Но значительно бóльшие резервы «зеленой» энергетики сокрыты в неиспользуемых пока запасах древесины «на корню». Известно, что лес, как любой живой организм, растет и постепенно старится. Поэтому лесные ресурсы нуждаются в периодическом омоложении путем их рубки и заготовки древесины. Однако из всего объема подлежащей вырубке древесины осваивается сегодня не более 20-30% (<http://www.lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/2537>). Основная же масса, в основном, мелколиственной и низкотоварной древесины, пропадает по причине отсутствия у нас технологий, позволяющих перерабатывать их в необходимую продукцию, а также из-за отсутствия необходимой дорожной сети. Доля этой бездарно пропадающей древесины продолжает нарастать, поскольку «черные» лесорубы-браконьеры, хозяйничающие сегодня в наших оставленных без надзора лесах и заготавливающие около 40-50% от всего объема заготовок, выбирают лучшие, эталонные леса (<http://www.lesvesti.ru/news/expert/34/>).

Но и это еще не всё. Согласно имеющимся оценкам, лесами России ежегодно депонируется в составе чистой первичной продукции (NPP) от 3 (Швиденко, Щепаченко, 2014) до 8 млрд. т углерода (Писаренко, Страхов, 2006), в том числе в 10 территориальных образованиях Уральского региона более 270 млн т на площади 106 млн га (Usoltsev, Hoffmann, 1997; Usoltsev, Salnikov, 1998; Усольцев и др. 2009; Usoltsev, 2010) (рис. 6). Из них 83% возвращается в атмосферу в ходе разложения и отпада и 14% - при экологических катастрофах, т.е. при пожарах, гибели от вредителей и болезней и т.п. (рис. 7). Это означает, что около 90% депонированного лесами углерода возвращается в атмосферу в непрерывном круговороте веществ и энергии.

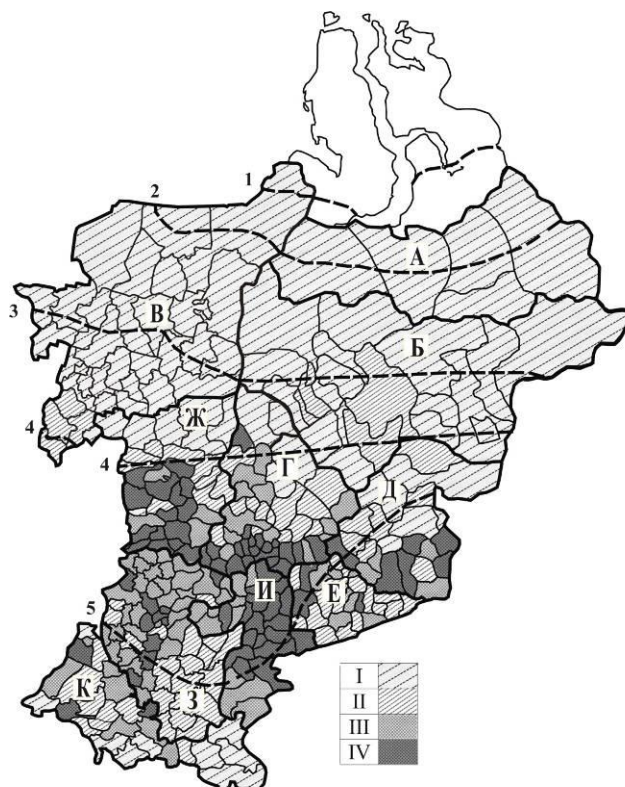


Рис. 6. Распределение годового депонирования углерода в фитомассе насаждений Уральского региона. Градации депонирования углерода, т/га: I – 0,4-3,0; II – 3,0-3,7; III – 3,7-4,2; IV – 4,2-7,2. Сплошной тонкой линией обозначены границы лесничеств, сплошной жирной – границы территориальных образований, пунктирной – южные границы: 1 – тундры, 2 – лесотундры, 3 – северной тайги, 4 – средней тайги, 5 – южной тайги. Буквами обозначены административные образования: А – Ямало-Ненецкий АО; Б - Ханты-Мансийский АО; В – республика Коми; Г – Свердловская обл.; Д – Тюменская обл.; Е – Курганская обл.; Ж – Пермский край; З – Башкирия; И – Челябинская обл.; К – Оренбургская обл. (Усольцев и др. 2009).

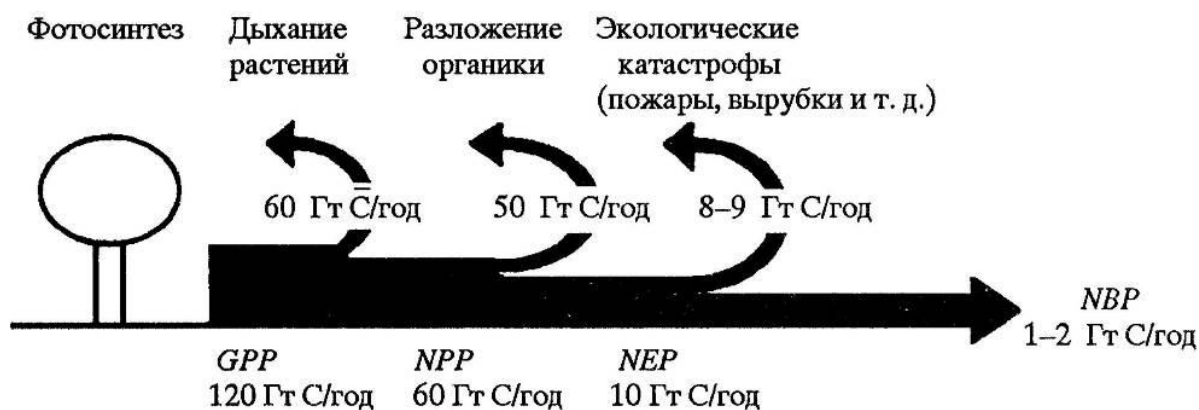


Рис. 7. Соотношение различных категорий глобальной годичной продукции в наземных растительных сообществах (Mohren, 1998; Mollicone et al., 2003). GPP – общая, или брутто первичная продукция, NPP – чистая первичная продукция, NEP – чистая экосистемная продукция, NBP – чистая биомная продукция (Усольцев, 2007).

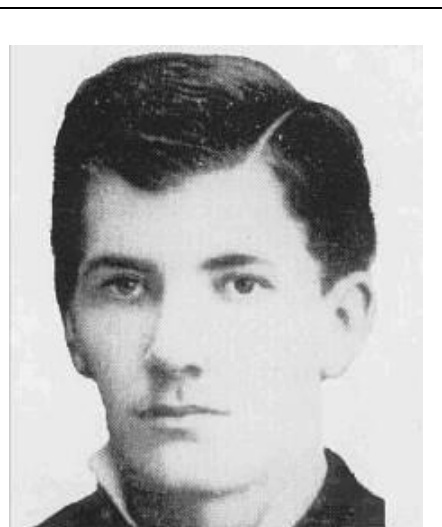
Как бы фантастично это сегодня не звучало, но проблема будущего (возможно, отдаленного) заключается в разработке методов и технологий, позволяющих подключаться к расходной части углеродного цикла, минимизировать количество углерода, возвращаемого лесом в атмосферу, и получать «зеленую» энергию. При этом технология будущего должна обеспечивать сохранение стабильности лесных экосистем. Тем самым, решаются сразу две проблемы – экологическая (сокращение атмосферных загрязнений и выбросов парниковых газов) и энергетическая (выработка альтернативной, «зеленой» энергии).

Сегодня в Научно-исследовательском центре «Курчатовский институт» разрабатывается научное направление «биоэнергетика», в рамках которого исследуются механизмы и закономерности преобразования энергии в живых системах. Его главные задачи – воспроизводство природоподобных систем, разработка технологий, стирающих грань между живым и неживым на основе синтеза научных дисциплин, исследование молекулярных механизмов, обеспечивающих биоэнергетические процессы в живых системах. На базе технологической платформы «биоэнергетика» разрабатываются технологические решения, позволяющие максимально эффективно использовать имеющиеся природные ресурсы и при этом не наносить вреда окружающей среде (Василов, 2014). Именно этот Центр располагает сегодня реальными возможностями для разработки технологий «подключения» к расходной части углеродного цикла наших лесных экосистем, но, похоже, подобной задачи у него пока нет.

Экономическое и политическое положение России в мире будет в значительной степени зависеть от того, удастся ли стране удержать лидирующие позиции на новых энергетических рынках или она превратится в зависимого импортера (Клочков, 2014). Есть опасение, что при нынешних темпах выкачивания нефти и газа из недр России и темпах освоения Китаем наших восточных регионов, в недалеком будущем будем покупать лесную биоэнергию у наших «сибирских китайцев». Вместо того, чтобы интенсивно внедрять в экономику страны научные разработки по «зеленой» энергетике на базе пока еще огромных лесных ресурсов, вкладываются колоссальные средства в строительство новых гидроэлектростанций и продолжается, как и 1940-е гг., затопление деревень, лесов, лугов, погостов, памятников исторического и культурного наследия (Усольцев, 2014). После наполнения водохранилища Богучанской ГЭС до проектной отметки в 2013 году под воду ушло более 10 млн. кубометров древесины на площади свыше 120 тыс. га. Потери от падения уловов осетровых в результате строитель-

ства ангарского каскада ГЭС на порядки превышают стоимость вырабатываемого алюминия (Тарасов, 2011, 2012). Правда, сегодня ситуация начинает меняться, и новые технологии, в том числе энергосбережение и возобновляемая энергетика, все больше привлекают внимание бизнеса и власти (Данилов, 2006), появляется понятие «энергетической юриспруденции» (Лахно, 2012).

Массовое коммерческое использование биотоплива будет определяться достижением ценового равновесия с традиционными видами топлива. Однако нынешние попытки сравнительных оценок традиционных и возобновляемых видов энергии в денежном выражении во многом спекулятивны, поскольку «...энергия, а не деньги, должна стать единицей измерения и оценки, ибо только таким путём мы можем учесть тот вклад, который вносит природа» (Г. Одум, Э. Одум, 1978).



Сергей Андреевич Подольский (1850-1891)

Еще в конце XIX века русский ученый С.А. Подольский сформулировал антиэнтропийную концепцию, согласно которой в процессе человеческого труда расходуется энергия, но в его результатах энергии сконцентрировано больше, чем было затрачено. Своим трудом человек удерживает солнечную энергию на поверхности Земли и заставляет ее «работать» (Подольский, 1880, 2005).

В самом начале «перестройки», на заре нарождающейся рыночной экономики ученые УрО РАН В.И. Корюкин и В.Г. Чижевский (1989), взяв за основу работы С.А. Подольского, В.И. Вернадского, Г. и Э. Одумов, на инициативных началах разрабатывают принципы энергетической оценки промышленных технологий и показывают, что «энергетический бюджет» общества – величина не только измеримая, но и более стабильная, не подверженная волюнтаристскому вмешательству, как при финансовом бюджете, поскольку имеющаяся у общества энергия не может произвольно изменяться, она не подвержена инфляции и девальвации, и является стимулом развития энергосберегающих технологий. Однако представители ортодоксальной «экономической науки» - адепты концепции «экономики социализма» назвали их исследование «энергетической химерой». Сегодня Комиссия по борьбе с лженаукой так же бичует концепцию «естественной энергетике» Е.И. Андреева (2004), согласно которой подпитка энергией процессов образования нового вещества может происходить путем энергообмена с окружающей средой, что реализуется, в частности, в «электрогенераторах избыточной мощности», прототипом которых является известный трансформатор Н. Теслы. Отдельного рассмотрения заслуживает «теория завихрения» Виктора Шаубергера (2007), позволяющая получать чистую энергию из воды и воздуха. Однако вернемся к русскому лесу.

Подсчитано, что депонирование углерода мировыми лесами в 8 раз превышает нынешнюю потребность в энергии (Parguesol, 2002), и по мере переключения расходной части углеродного цикла в русло «зеленой» энергетике будет гарантированно обеспечена не только экологическая, но и энергетическая безопасность, как России, так и всей нашей цивилизации. Первыми на пути прогресса окажутся те, кто раньше переведет свою экономику на путь естественного процесса, в котором доминирующую роль будут играть не орудия и способы производства, а способы максимизации живого вещества и энергии, обеспечивающие, по выражению В.И. Вернадского, автотрофность человеческого общества (Межжерин, 1994). По существу, это составляет основу стратегии устойчивого развития страны и общества.

Список использованной литературы

- Андреев Е.И.* Основы естественной энергетики. СПб.: Изд-во «Невская жемчужина», 2004. 582 с. (<http://www.twirpx.com/file/444918/>).
- Василов Р.Г.* Живая сила. Ресурсы приумножит биоэнергетика // Газ. «Поиск». 2014. № 29-30. 25 июня.
- Данилов Н.И.* Энергосбережение – религия XXI века. Екатеринбург: НП «Институт энергоэффективных технологий», 2006. 63 с.
- Инвестиции в «зеленую» энергетику бьют рекорды // Чистая энергия (Екатеринбург). 2012. № 2. С. 1-4.
- Клочков В.В.* Анализ перспектив обеспечения конкурентоспособности производства в России оборудования для «зелёной» энергетики // Конкурентоспособность социально-экономических систем в условиях динамично меняющейся внешней среды. Сборник трудов IV международной научно-практической конференции «Проблемы обеспечения безопасного развития современного общества». Часть 1. Екатеринбург: УрФУ, 2014. С. 130-140.
- Корюкин В.И., Чижевский В.Г.* Экономика в зеркале энергетики // Урал. 1989. № 7. С. 3-12.
- Лахно П.* Энергетическое право – это реальность // Чистая энергия (Екатеринбург). 2012. № 3. С. 8-16.
- Маргулов Г.Д.* Богатые бедняки // Газ. «Труд». 2003. 15 апреля.
- Межжжерин В.А.* Закон минимума Либиха: возможности его верного прочтения и практического применения // Экология. 1994. № 2. С. 3-8.
- Одум Г., Одум Э.* Энергетический базис природы и человека. М.: Прогресс, 1978. 380 с.
- Подолинский С.А.* Труд человека и его отношение к распределению энергии // Слово. 1880. № 4-5.
- Подолинский С.А.* Труд человека и его отношение к распределению энергии. М.: Белые альвы, 2005. 160 с. (<http://www.dunmers.com/d/pod.pdf>).
- Писаренко А.И., Страхов В.В.* О некоторых современных задачах лесного сектора России // Лесное хозяйство. 2006. № 4. С. 5-7.
- Тарасов А.Б.* Генплан для утопленников // Новая газета. 2011. № 52. 18 мая (<http://www.novayagazeta.ru/data/2011/052/11.html>).
- Тарасов А.Б.* Сибирская язва. Начали сбываться мрачные прогнозы жителей Нижнего Приангарья, связанные со строительством Богучанской ГЭС // Новая газета. 2012. № 120. 22 октября (<http://www.novayagazeta.ru/society/55050.html>).
- Усольцев В.А.* Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, Сибирское отд-ние, 1988. 253 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3352>).
- Усольцев В.А.* Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 636 с. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3281>).
- Усольцев В.А.* «Карусель смерти» как метафора и реальность лесной отрасли России // Эко-Потенциал (Екатеринбург). 2014. № 1(5). С. 100-119. (<http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3180>).
- Усольцев В.А., Азаренок В.А., Баракоских Е.В., Накай Н.В.* Депонирование и динамика углерода в фитомассе лесов уральского региона // Лесная таксация и лесоустройство. 2009. № 1(41). С. 108-115.
- Фёдоров Б.Г.* Российский углеродный баланс (1990-2010 гг.) // Поглощающая способность России по углероду как ограничение на развитие энергетики. Семинар

«Экономические проблемы энергетического комплекса» (семинар А.С. Некрасова). М.: Изд-во Ин-та народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2013. С. 8-38.

Чернища С., Чуриков А. Перспективы развития возобновляемой энергетики России: отраслевой разрез // Электротехнический рынок. 2010. № 1-2 (31-32) (<http://market.elec.ru/nomer/29/perspektivy-razvitiya-vozobnovlyaemoj-energetiki-r/>).

Шаубергер В. Энергия воды. М.: Эксмо, Яуза, 2007. 320 с. (<http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=1562350>).

Швиденко А.З., Щенащенко Д.Г. Углеродный бюджет лесов России // Сибирский лесной журнал. 2014. № 1. С. 69-92 (<http://сибирскийлеснойжурнал.рф/articles/uglerodnyy-byudzhel-lesov-rossii/>).

Юлкин М.А. Анализ отраслевой структуры и динамики выбросов парниковых газов в России в 2011 г. // Поглощающая способность России по углероду как ограничение на развитие энергетики. Семинар «Экономические проблемы энергетического комплекса» (семинар А.С. Некрасова). М.: Изд-во Ин-та народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2013. С. 57-69.

Kgabi N., Grant C., Antoine J. Effects of Energy Production and Consumption on Air Pollution and Global Warming // Journal of Power and Energy Engineering. 2014. No. 2. P. 25-30 (<http://dx.doi.org/10.4236/jpee.2014.28003>).

Mohren G.M.J. Long-term effects of climate change on European forests: impact assessment and consequences for carbon budgets. Wageningen: IBN-DLO, 1998. 4 p.

Mollicone D., Matteucci G., Köble R., Masci A., Chiesi M., Smits P.C. A model-based approach for the estimation of carbon sinks in European forests // Valentini R. (ed.). Fluxes in carbon, water and energy of European forests. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. P. 179-206 (Ecological Studies. Vol. 163).

Parresol B.R. Biomass // Encyclopedia of Environmetrics. Vol. 1. Chichester: John Wiley & Sons, 2002. P. 196-198.

Usoltsev V.A. Regional peculiarities of forest biomass carbon mapping using the data of State Forest Account // International Conference on Environmental Observations, Modeling and Information Systems: ENVIROMIS-2010. NEESPI Workshop. 5 July – 11 July 2010, Tomsk, Russia. P. 70-71.

Usoltsev V.A., Hoffmann C.W. Combining harvest sample data with inventory data to estimate forest biomass // Scandinavian Journal of Forest Research. 1997. Vol. 12. No. 3. P. 273-279.

Usoltsev V.A., Salnikov A.A. A new method for estimating the carbon pool of forest ecosystems // Russian Journal of Ecology. 1998. Vol. 29. No. 1. P. 3-13.

Рецензент статьи: ведущий научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН, доктор биологических наук, профессор Е.В. Колтунов.