

## АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИОМАССЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

*Катерина Сиротюк*

*Львовский национальный аграрный университет  
Ул. В. Великого, 1, Дубляны, Украина. E-mail: katiakate@ukr.net*

*Kateryna Syrotiuk*

*Lviv National Agrarian University  
St. Vladimir Velykyi, 1, Dubliany, Ukraine. E-mail: katiakate@ukr.net*

**Аннотация.** В статье представлен анализ эффективности использования биомассы в энергетических целях и разработана система показателей эффективности. Дано определение эффективности и отмечено, что эффективность характеризуется относительными показателями, которые рассчитываются на основе двух групп характеристик – результаты и затраты.

Рассмотрены следующие виды эффективности: экологическая, экономическая, энергетическая, социальная, агробиохимическая и политическая. Наибольшее внимание уделено экономической эффективности, суть которой заключается в получении максимальной выгоды при минимальных затратах за счет уменьшения в структуре стоимости товарной продукции энергетической составляющей.

Отмечено, что одной из главных предпосылок обеспечения эффективной деятельности предприятия является оценка ее уровня, которая начинается с установления критериев эффективности. Значительным методом оценки использования биомассы на энергетические потребности являются эколого-энергетический подход, сущность которого заключается в том, что вместо стоимостной оценки использования биомассы применяются энергетические показатели. Это обусловлено тем, что на оценку эффективности биомассы в денежном выражении влияет ряд факторов, таких как инфляционные процессы, диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию.

Обосновано, что большинство критериев эффективности не имеет количественной оценки, а их параметры могут быть определены непосредственно через качественные показатели.

Приведена система показателей эффективности использования биомассы: экономической, энергетической, экологической, социальной. Основными методическими аспектами экономической и энергетической оценки производства и использования биомассы является сопоставление двух величин: объема израсходованной совокупной энергии в растениеводстве (на 1 га конкретной культуры) и произведенной растениями биологической энергии. Важное место отведено коэффициенту энергетической эффективности.

Обоснована необходимость комплексного системного подхода к оценке уровня эффективности

использования сельскохозяйственной биомассы в энергетических целях.

**Ключевые слова:** эффективность, биомасса, оценка, критерии эффективности, эколого-энергетический подход.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одним из ключевых возобновляемых энергетических ресурсов будущего является биомасса. Опыт стран ЕС показывает, что из всех секторов биоэнергетики наиболее динамично развивается производство тепловой энергии. Украина имеет хорошие предпосылки для существенного расширения использования биомассы в энергетических целях, в первую очередь для производства тепловой энергии. Одной из таких предпосылок является значительный потенциал биомассы, доступной для производства энергии. Основными составляющими потенциала являются отходы сельского хозяйства и биомасса энергетических культур. В зависимости от урожайности основных сельскохозяйственных культур экономически целесообразный потенциал колеблется в пределах 25-35 млн. т у.т./год, что составляет 13-18% потребления первичных видов топлива в Украине [1].

Биомасса, которая выращивается регулярно, а ее использование в качестве источника энергии не сопровождается уменьшением количества зеленых насаждений в регионе, признается восстановительным ресурсом и считается экологически нейтральной (имеет нулевой баланс выбросов углекислого газа).

Рассматривая использование биомассы аграрными формированиями в энергетических целях, особого внимания заслуживает разработка системы показателей эффективности. Для этого необходимо обосновать важнейшие категории, разработать методические основы, критерии и показатели, определив информационное обеспечение исследования, довести информативность результатов.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросы анализа и оценки эффективности использования биомассы неоднократно освещались в научных трудах Г. Калетника, Г. Гелетухи, В. Дуб-

ровина, С. Кудри, В. Месель-Веселяка, В. Рожко и др. [1-5].

Энергетический подход к определению эффективности производства впервые предложил С.А. Подолинский, а дальнейшего развития он приобрел в трудах В.И. Вернадского [15, 16], В.В. Гришко, П.И. Иваненко, П. Кузнецова, М.Д. Руденко и др.

Исследование ресурсной базы сельскохозяйственного сырья для энергетического использования проводили ученые: С. Кафлевская, Н. Дидух, В. Боярчук, А. Прокоп, Г. Голуб, М. Калетник, А. Кабак, А. Скорук, W. Niemiec, F. Stachowicz, T. Trzepieciński и др. [6-11].

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Основной задачей проведенного исследования является анализ показателей эффективности использования биомассы для энергетических целей и методика их определения.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Эффективность является результативностью хозяйствования. Мочерный С.В. считает, что эффективность – это способность приносить эффект, результативность процесса, проекта и т.д., которые определяются как отношение эффекта, результата к затратам, которые обеспечили этот результат [12].

Эффект одноразовый и мультипликационный. Одноразовый эффект получают однократно, и он не повторяется в будущих периодах. Мультипликационный эффект показывает, что эффективное использование ресурсов на одном предприятии привело к повышению эффективности на других, связанных с ним. Он имеет несколько форм проявления.

Эффективность определяется отношением результата (эффекта) к затратам, которые обеспечили его получения и раскрывает характер причинно-следственных связей производства. Она показывает не сам результат, а какой ценой он был достигнут.

По мнению авторов Жнякина Б.А. и Красновой В.В. «...Эффективность – это соотношение результата (эффекта) с затратами, которые вызывают этот эффект» [13]. В технике, например, в энергетике, эффективность измеряется коэффициентом полезного действия, показывает, какая отдача одной условной единицы топлива. Соответственно, чем больше потерь при передаче энергии, ее перехода с одного вида энергии в другой, тем меньше коэффициент полезного действия.

В экономике предприниматель организует собственное дело в надежде получить эффект в виде вновь созданной стоимости и накапливает собственные ресурсы (вкладывает капитал) и привлеченные (труд наемных работников). Следовательно, эффективность производства отражает конечные результаты использования средств и рабочей силы за соот-

ветствующий промежуток времени и отображается формулой:

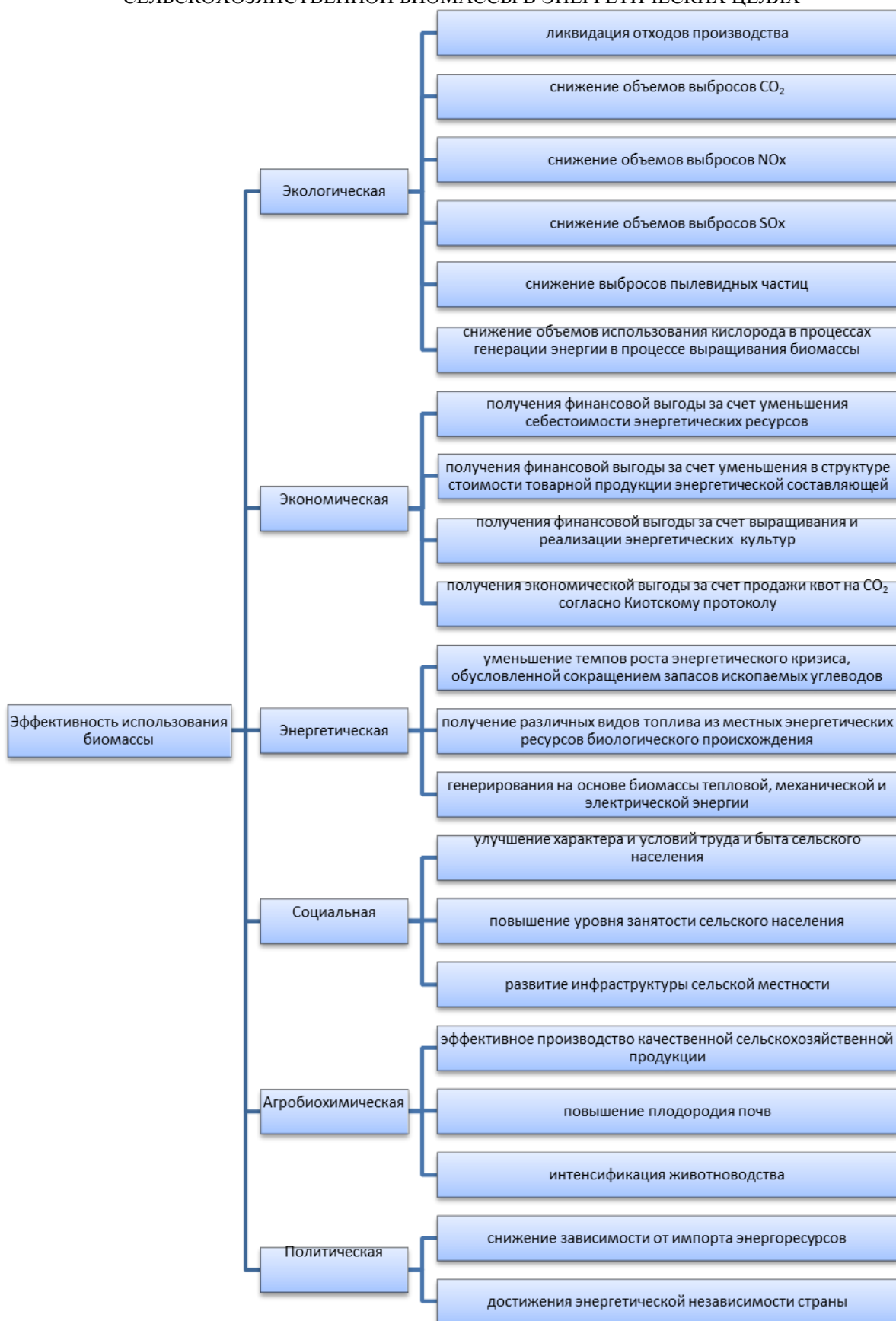
$$\text{Эффективность} = \frac{\text{результат(эффект)}}{\text{ресурси(издержки)}}. \quad (1)$$

В зависимости от целей определения эффективности результат (эффект) может быть оценен разными показателями, которые характеризуют промежуточные и конечные результаты деятельности. Например, экономический эффект может быть оценен показателями: объем прибыли (балансовой, чистой); экономия отдельных видов ресурсов в натуральном или стоимостном выражении; снижение себестоимости (для убыточных производств).

Понятие «эффективность» является разносторонним и используется в различных сферах деятельности. В научной литературе в основном имеют место экономическая, социальная и экологическая эффективность. Считаем необходимым дополнить и рассмотреть следующие виды эффективности: экологическая, экономическая, энергетическая, социальная, агриобиохимическая и политическая. На рис. 1 рассмотрим виды эффективности по использованию сельскохозяйственной биомассы в энергетических целях, каждая из которых имеет свои особенности.

Интегральным показателем экологической эффективности использования биомассы в аграрных формированиях может служить уровень замещения в технологических процессах энергии полученной из ископаемых в т.ч. и электроэнергии. Это объясняется тем, что в результате замещения уменьшается деструктивное влияние производства на окружающую среду и негативное влияние производства на здоровье населения региона. Частично количественную оценку экологической эффективности замещения энергии ископаемых биомассой можно осуществить сопоставлением отвлеченных затрат на восстановление здоровья, приходящихся на единицу замещенной энергии сопровождается вредными выбросами при ее производстве. Часть экологической эффективности использования биомассы может быть оценена количеством электрической энергии, которую она замещает и отвлеченными затратами, которые приходится на единицу этой энергии.

Экономическая эффективность – достижение наибольших результатов с наименьшими затратами живого и овеществленного труда. Экономическая эффективность является конкретной формой действия закона экономии времени. Экономический эффект является абсолютным показателем, характеризующим результат деятельности в денежной оценке. В свою очередь, экономическая эффективность является относительным показателем, позволяющим сравнить полученный эффект с затратами, которые необходимо осуществить для получения запланированного эффекта [14].



**Рис. 1.** Система показателей эффективности использования сельскохозяйственной биомассы в энергетических целях

**Fig. 1** The system of indicators of efficiency of use of agricultural biomass for energy purposes

Разделяя взгляды ведущих ученых к определению экономической эффективности использования биомассы, предлагаем свое мнение к данной категории. Экономическая эффективность – это максимальная выгода при минимальных затратах за счет уменьшения в структуре стоимости товарной продукции энергетической составляющей

Энергетическая эффективность – уменьшение темпов наращивания энергетического кризиса, обусловленной сокращением запасов ископаемых углеводородов, получения различных видов топлива из местных энергетических ресурсов биологического происхождения и генерирования на их основе тепловой, механической и электрической энергии.

Агробиохимическая эффективность – эффективное производство качественной сельскохозяйственной продукции и повышение плодородия почв, в результате применения экологически чистых органических удобрений.

Социальная эффективность – улучшение характера и условий труда и быта сельского населения, а также повышение уровня его занятости.

Политическая эффективность – снижение зависимости от импорта энергоресурсов и достижения энергетической независимости страны.

Одной из главных предпосылок обеспечения эффективной деятельности предприятия является оценка ее уровня. Оценка эффективности начинается с установления критериев эффективности, то есть главного признака оценки эффективности. Содержание критерия эффективности вытекает из необходимости максимизации получаемых результатов или минимизации расходов исходя из целей предприятия. Такими целями могут быть: обеспечение существования предприятия; достижения устойчивого развития; структурная перестройка; социальная стратегия и тому подобное.

Большинство критериев эффективности не имеет количественной оценки, например социальный, экологический, политический. Их параметры могут быть определены непосредственно через качественные показатели.

Академик Вернадский В.И. наивысшим приоритетом ставит экологический критерий, который в основном влияет на устойчивое развитие общества.

Согласно закону сохранения биомассы В.И. Вернадского физико-экономическое моделирование хозяйственной деятельности в каждой экологосоциальнохозяйственной системе (ЭСХС) требует определения факторов влияния на константу природной упорядоченности. Поскольку, в отличие от экономического рынка, где каждая следующая, скажем, рубашка менее ценна для потребителя, на природном рынке ЭСХС каждая последующая экологическая услуга ценнее для «биофизического потребителя» – природы.

Поэтому хозяйство экономики не имеет права разрушать хозяйства природы [15, 16].

Критерии показателей эффективности содержат:

- организационные показатели (organizational metrics) – удовлетворение клиентов;

- финансовые показатели (financial metrics) – выручка, рентабельность и денежный поток;

- процессные показатели (process metrics) – производительность, качество и задержки процесса [17].

Основным принципом формирования системы показателей эффективности и выражение ее сути является соотношение конечного результата и эффекта (прибыли) с примененными и потребленными ресурсами. Соотношение показателей может рассчитываться разными способами. Так, при определении показателя эффективности как отношение результата в виде объема выпуска (реализации) продукции или эффекта (прибыли) к ресурсам или затратам к объему выпуска (реализации) продукции или эффекта (прибыли) важно достичь минимизации.

Экономический эффект является абсолютным показателем, характеризующим результат деятельности в денежной оценке. В свою очередь, экономическая эффективность является относительным показателем, позволяющим сравнить полученный эффект с затратами, которые необходимо осуществить для получения запланированного эффекта.

Также показателями экономической эффективности является производительность и фондоемкость труда, фондоотдача и фондоемкость продукции, материалоотдача и материалоемкость продукции, экономическая эффективность капитальных вложений, новой техники, энергоемкость продукции и др.

Следовательно, система показателей экономической эффективности использования биомассы в энергетических целях – это компонент интегральной системы показателей экономической эффективности хозяйственной деятельности аграрных предприятий, который представляет собой комплексный экономический инструментальный относительно объективного отражения и оценки уровня экономической эффективности производства продукции, тенденций и закономерностей ее изменения, нахождение резервов и возможных путей роста.

Основными методическими аспектами экономической и энергетической оценки производства и использования биоэнергетических ресурсов является сопоставление двух величин: объема израсходованной совокупной энергии в растениеводстве (на 1 га конкретной культуры) и произведенной растениями биологической энергии. При этом уменьшение энергозатрат на единицу площади или на единицу продукции при повышении биоэнергетической эффективности не должно влиять на ухудшение качества выращенной продукции.

Наиболее распространенным в научной литературе является коэффициент энергетической эффективности ( $K_{ee}$ ) [18, 19], который определяется как отношение затраченной энергии на производство единицы продукции к его энергетической емкости:

$$K_{ee} = \frac{E_c}{E_s}, \quad (2)$$

где:  $E_c$  – энергия в единице продукции;  $E_s$  – затраченная энергия на единицу производимой продукции. При  $K_{ee} > 1$  культуры, сорта или технологии эффективны.

В отличие от биоэнергетической экономическая эффективность любого процесса определяется путем сопоставления затрат на проведение мероприятий и результатов, полученных в результате их реализации.

Для того, чтобы использовать энергию в производственных целях и для определения возможности повышения производительности предлагается учет трех основных факторов: наличия достаточных запасов энергии, эффективности использования энергии и норм ее использования. Наряду с повышением продуктивности растений и труда людей, приоритетным фактором интенсификации является снижение материальных и энергетических затрат на производство продукции в сельскохозяйственных предприятиях. Энергетическая оценка урожая объективно отражает результативность выращивания сельскохозяйственных культур.

Важным методом оценки использования биомассы на энергетические потребности являются эколого-энергетический подход. Сущность этого подхода заключается в том, что вместо стоимостной оценки использования биомассы применяются энергетические показатели. Это обусловлено тем, что на оценку эффективности биомассы в денежном выражении влияет ряд факторов, таких как инфляционные процессы, диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию.

В расчетах экологической эффективности от природоохранной деятельности существует понятие убытков потенциальных, фактических или отвлеченных, то есть таких, которые удалось избежать внедрением достижений НТП по предотвращению загрязнения окружающей среды.

Показателями экологического эффекта являются:

- снижение выбросов в окружающую среду вредных веществ;
- уменьшение отходов производства; утилизация и регенерация твердых отходов и сточных вод;
- уменьшение энергоемких производств;
- применение оборотных циклов использования природных ресурсов;
- повышение эргономичности и улучшение экологичности производимых товаров или услуг (шумовое загрязнение, вибрация, магнитное поле, радиационный фон, химические вещества, вызывающие аллергию);
- снижение штрафов за загрязнение окружающей среды.

Использование в технологических процессах аграрного производства энергии, полученной из возобновляемых источников, обеспечивает как прямой, так и посредственный эффект, в частности, предотвращение фактических потенциальных убытков, так и отвлеченных.

Основными показателями социального эффекта является социальная защита работников, которая связана с созданием новых рабочих мест, повышение уровня занятости населения и заработной платы. В то же время удовлетворение первоочередных физиологических потребностей людей, обеспечение безопасности жизнедеятельности, повышение

уровня квалификации работников, роста качества и продолжительности жизни и др.

Рассматривая показатели энергетической эффективности, выделим их классификацию, в основу которой положено разделение на базовые классы [20]:

- физико-технические, которые характеризуют степень технического совершенства технологий потребления, транспортировки и хранения ТЭР,
- социально-энергетические, которые характеризуются экономически и социально обоснованным уровнем расходов ТЭР для достижения социально приемлемых стандартов качества жизни человека и общества,
- экономико-энергетические, они характеризуют соотношение между результатами экономической деятельности и соответствующими объемами расходов ТЭР.

Особое место отводится социальным показателям эффективности. Безработица и занятость – явления очень сложные и многоаспектные, поэтому характеризовать их нужно с разных сторон и разными показателями.

Можно выделить две группы показателей социально-экономических явлений:

- 1) абсолютные, отражающие размеры, объем занятости и безработицы, отражая численность соответственно занятых и безработных,
- 2) относительные, которые показывают уровень распространенности в обществе определенного явления, отражая долю соответствующей категории относительно всего (или определенной большей категории) населения.

Анализ экономических показателей дает возможность оценить потери от неполного использования ресурсов труда вследствие безработицы.

Уменьшение таких категорий населения как численность экономически активного и занятого населения (а также уровня экономической активности и занятости), означает уменьшение ресурсов для работы, то есть это является нежелательной тенденцией для экономики страны.

Уменьшение количества безработных и уровня безработицы означают экономическое улучшение ситуации на рынке труда.

## ВЫВОДЫ

1. Выполненные нами исследования свидетельствуют о необходимости комплексного системного подхода к оценке уровня эффективности использования сельскохозяйственной биомассы в энергетических целях.

2. Эффективность финансово-хозяйственной деятельности аграрных предприятий в конечном итоге будет характеризоваться соответствующим количеством показателей оценки, обобщающие многочисленные первичные показатели по степени их важности и влияния на составляющие эффективности – результаты и затраты.

3. С целью формирования унифицированных подходов к анализу показателей эффективности использования сельскохозяйственной биомассы в энергетических целях требуется дальнейшая обра-

ботка системы показателей-индикаторов, которые характеризуют ее тактическую и стратегическую эффективность.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Гелетуха Г. 2013.** Перспективы производства тепловой энергии из биомассы <<http://obozrevatel.com/>>
2. **Калетник Г.М. 2010.** Биотопливо. Монография. Продовольственная, энергетическая и экономическая безопасность Украины. – М.: «Хай-Тек Пресс. 516. (Украина).
3. **Месель-Веселяк В.Я. 2015.** Производство альтернативных видов энергетических ресурсов как фактор повышения эффективности сельскохозяйственных предприятий. Экономика АПК. № 2, 18. (Украина).
4. Новейшие технологии биоэнергоконверсии: Монография / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, И.П. Григорюк, В.А. Дубровин, А.И. Емец, М. Мешкотко, М. Калетник, М.Д. Мельничук, В. Мироненко, Д.Б. Рахметов, С.П. Цыганков 2010 – К. «Аграр Медиа Групп», 360. (Украина).
5. **Роженко В., Балабуха С., Роженко И. 2012.** Биомасса - ресурс земли. Предложение. № 1, 98 – 101. (Украина).
6. **Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T. 2013.** New machines for energy willow harvest in small plantations / Lviv Polytechnic National University Institutional Repository <<http://ena.lp.edu.ua/>>
7. **Кабак А.А. 2013.** Эколого-энергетический анализ выращивания биоэнергетических культур. Новые технологии выращивания сельскохозяйственных энергетических культур. – Киев: М-во аграрной политики и продовольствия Украины, НУБиП, 354. (Украина).
8. **Скорук А.П. 2013.** Перспективы развития возобновляемой энергетики в Украине. Экономика АПК. № 5, 63 – 67. (Украина).
9. **Прокоп А.В. 2012.** Современные подходы к энергообеспечению человечества в условиях формирования общества устойчивого развития. Экономика Украины. № 5, 85–90. (Украина)
10. **Голуб Г., Павленко М., Осауленко С. 2014.** Экономическая эффективность производства дизельного биотоплива в условиях фермерских хозяйств. MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture. Vol.16. №.4. 263-268.
11. **Дидух Н.И. 2013.** Оценка энергетического баланса и перспектив производства и использования биотоплива из рапса в сельском хозяйстве Житомирской области <[http:// old.znau.edu.ua/](http://old.znau.edu.ua/)> (Украина).
12. **Мочерный С.В. 2002.** Экономическая энциклопедия. В 3 т. Т.1 / Редкол.: С. В. Мочерный (отв. ред.) и др. – М.: Изд. центр «Академия», 950. (Украина).
13. **Жнякин Б.А., Краснова В.В. 2005.** Экономика предприятия: Учеб. пособие. Донецк: Альфа-пресс, 160. (Украина).
14. **Савицкая Г.В. 2004.** Анализ эффективности деятельности предприятия. Методологические аспекты. – 2-е изд., испр. – М.: Новое знание, 5.
15. **Вернадский В.И. 1977.** Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. Книга вторая. М.: «Наука», 191.
16. **Гринев Л.С. 2013.** Развитие идей В.И. Вернадского в новейшей экономической науке Вестн. НАН Украины. – № 7, 44 – 52. (Украина).
17. **Дерлоу Д. 2001.** Ключевые управленческие решения. Технология принятия решений. – М.: Всеуито, Научная мысль, 242. (Украина).
18. **Рубан-Максимец А.А. 2009.** Особенности расчета показателей энергетической эффективности на базе статистической отчетности Украины // Проблемы общей энергетики. – № 20, 21 – 26. (Украина).
19. **Боярчук В., Чучман В. 2012.** Оценка энергоэффективности технологий использования соломы рапса в энергетических целях. MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture..14. № 4, 11 – 15. (Украина).
20. **Месель-Веселяк В.Я., Паштецкий В.С. 2011.** Эффективность применения альтернативных видов энергии в сельском хозяйстве Украины. Экономика АПК. № 12, 3 – 9. (Украина)

#### ANALYSIS OF EFFICIENCY INDICATORS OF AGRICULTURAL BIOMASS UTILIZATION FOR ENERGY PURPOSES

**Summary.** The article presents analysis of efficiency of biomass utilization for energy purposes and developed system of the efficiency indicators. The work gives definition of efficiency and notes that it is characterized with relative indicators, which are calculated on the base of two groups of characteristics, i.e. results and expenses.

The investigation considers the following kinds of efficiency: ecological, economic, energy, social, agrobiochemical and political. Great attention is paid to economic efficiency, which is revealed in getting of maximal benefits at minimal expenses, decreasing costs of products of energy component in the structure of expenses.

It is noted that estimation of efficiency level, determined by its criteria, is considered as one of the principal preconditions for support of efficient activity of an enterprise. Ecological-economic approach is a sufficient method to estimate biomass, used for energy needs. The method anticipates application of energy indicators instead of cost evaluation of biomass utilization. It is caused by the fact that estimation of biomass efficiency in money reveal is influenced by a set of factors, such as inflation processes, disparity of prices for agricultural products.

It is argued that most criteria of efficiency do not have quantitative estimation, and their parameters can be directly determined by qualitative indicators.

The research provides system of efficiency indicators of biomass utilization: economic, energy, ecological, social. Main methodic aspects of economic and energy estimation of production and utilization of biomass are made by comparison of two values: volume of expended total energy in crop growing (per 1 ha of a crop) and biological energy, produced by the crop. An im-

portant place is determined for a coefficient of energy efficiency.

The article grounds necessity of a complex system approach to estimation of efficiency level of agricultural biomass utilization for energy purposes.

**Key words:** efficiency, biomass, estimation, criteria of efficiency, ecological-economic approach.