

УДК 631.147

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ
НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ****Филимонов Илья Викторович,**

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Механизация животноводства и электрификация сельского хозяйства» ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л.Я.

Флорентьева,

philimonov-il@yandex.ru

Авакян Илья Овикович,студент 3-го курса магистратуры, направление «Агроинженерия», ФГБОУ ВО
Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева,

mg_ngsha@rambler.ru

Аннотация

Рентабельность сельскохозяйственных предприятий в значительной степени определяется эффективностью реализации биоэнергетического вектора развития агроэкологических систем, базирующегося на принципах эффективного использования потенциала биомассы отходов. Обоснование применения технологий комплексной переработки отходов необходимо проводить с учётом складывающихся природно-производственных условий.

Полученные экономические показатели отражают целесообразность дальнейшего развития биоэнергетического направления сельскохозяйственного производства в условиях Нижегородской области.

Ключевые слова: энергосбережение, ресурсосбережение, сельскохозяйственные отходы, биоэнергетика, биоэнергетическая установка.

**ECONOMIC ASSESSMENT OF THE USE OF BIOENERGETIC COMPLEXES
IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION****Ilya V. Filimonov,**

PhD in Engineering, Associate Professor, Head of Department "Mechanization of animal husbandry and electrification of agriculture", Nizhny Novgorod State Florentyev

Agrotechnological University,

philimonov-il@rambler.ru

Ilya O. Avakian,

3rd year Master's student, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University,

mg_ngsha@rambler.ru

ABSTRACT

The profitability of agricultural enterprises is largely determined by the efficiency of the bioenergetic vector of development of agro-ecological systems, which is based on the principles of effective utilization of waste biomass potential. The justification for the application of integrated waste processing technologies needs to be carried out considering the existing natural and production conditions.

The obtained economic indicators reflect the feasibility of further developing the bioenergetic direction of agricultural production in the Nizhny Novgorod region.

Keywords: energy saving, resource conservation, agricultural waste, bioenergetic, bioenergetic plant.

Неуклонное повышение стоимости энергоносителей потребовало пересмотра традиционного подхода к организации сельскохозяйственных производств и разработке альтернативной концепции хозяйствования на принципах энерго и ресурсосбережения. Основу новых решений составляет адаптивная интенсификация технологических процессов [2], [4], базирующаяся на комплексном использовании техногенных и природных ресурсов производства. При этом адаптивное сельскохозяйственное производство должно удовлетворять следующим требованиям:

- максимальное использование природно-климатических ресурсов, генетического потенциала растений, животных;
- получение конкурентоспособной продукции с минимальными энерго и ресурсозатратами;
- широкое применение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- поддержание экологического равновесия.

Одной из основных задач адаптивной интенсификации агропромышленного производства является повышение использования природного потенциала биомассы, задействованной в процессе получения продукции сельскохозяйственного назначения. В связи с этим перспективным является создание замкнутых систем производства, в которых процессы интенсификации не нарушали бы естественного равновесия в агроэкосистемах, а органически были бы вписаны в круговорот вещества, энергии и информации. При таком подходе к организации производства при минимальных затратах техногенной энергии происходит оптимальное распределение природных ресурсов, максимальное использование отходов производства (регенерация отходов и превращение их в исходное сырье для следующих ступеней производства).

Одним из вариантов реализации принципов адаптивной интенсификации является производственный биоэнергетический комплекс (ПБК) [3], [9], [10], представляющий собой сложную производственную систему, объединяющую структурно-технологические объекты сельскохозяйственного назначения на биоэнергетической основе. В таких комплексах обеспечивается расширение функциональных возможностей каждого из этих объектов и появляется возможность получения экологически чистой продукции с минимальными удельными затратами.

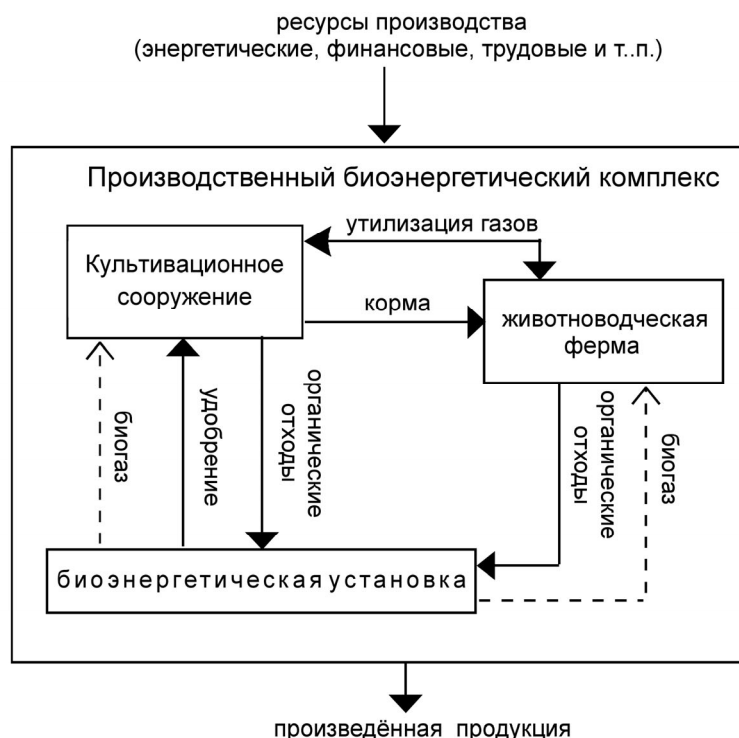
Современные исследования [6], [8] подтверждают актуальность и сложность вопросов применения самых различных аспектов биоэнергетики.

Целью исследований является анализ экономической целесообразности комплексного использования биоэнергетических технологий в условиях Нижегородской области.

В качестве основного направления развития ПБК выбрано сочетание животноводческой фермы с технологическими объектами защищённого грунта.

Рассмотрим схему функционирования ПБК «ферма - биоэнергетическая установка - культивационное сооружение» (рисунок 1) и определим экономическую эффективность производства в нём овощей.

Рисунок 1 - Схема функционирования производственного биоэнергетического комплекса «ферма - биоэнергетическая установка - культивационное сооружение»



Для поддержания необходимого производственного уровня в ПБК привлекаются следующие ресурсы: природные (солнечная радиация, вода, корма открытого грунта и т.п.), материально-технические (машины и оборудование, запасные узлы, детали и т.п.), энергетические (электроэнергия, газ и т.п.), информационные (новые технологии, методы и т.п.), финансовые и трудовые. В процессе производственной деятельности в комплексе, помимо основной продукции, образуются также отходы, преимущественная часть которых имеет органическое происхождение, и газы, такие как NH_3 , CO_2 , SO_2 и др.

Органические отходы в виде навозных масс и остатков корма из животноводческого помещения, растительных остатков из теплицы поступают в микробиологический реактор (метантенк), входящий в состав биоэнергетической установки. В процессе анаэробного сбраживания в метантенке образуется биогаз, который затем подвергается очистке и собирается в специальные ёмкости (газгольдеры) в целях дальнейшего использования для нужд производства (на обогрев фермы, теплицы, получение электроэнергии и на другие цели). Сброженная биомасса является экологически чистым удобрением для теплиц и открытого грунта.

В производственном биоэнергетическом комплексе предусматривается утилизация газов, выделяющихся при дыхании животных и использование их для активизации биологических процессов в теплице с целью повышения урожайности

сельскохозяйственных культур. В свою очередь, зелёные растения защищённого грунта могут служить дополнительным источником кислорода в животноводческом помещении.

Удалённость многих сельскохозяйственных предприятий области от мест централизованных поставок природного газа делает использование в них отапливаемых теплиц невыгодным из-за высоких цен на энергоносители. Замена невозобновляемых источников энергии биогазом, образующимся в процессе разложения органических отходов в биореакторе, в таких случаях даст возможность развивать овощеводство защищённого грунта без дополнительных затрат на традиционное топливо.

На основе известных технических рекомендаций и методов исследования [1], [3], [5], [7] проведено имитационное моделирование технологических процессов в ПБК и определена зависимость площади теплиц, отапливаемых биогазом, от количества животных на ферме (таблица 1). Затраты на отопление приняты по нормативам годового расхода теплоты для теплиц в Волго-Вятском экономическом районе. Сделана оценка эффективности производства овощей в весенних теплицах с плёночным покрытием с использованием биогаза. Рентабельность производства овощей в таких теплицах возрастает с ростом объёмов производимой продукции и снижением себестоимости энергоносителя.

Таблица 1 - Эффективность получения и использования биогаза

Количество условных голов скота	Себестоимость биогаза, руб/м ³	Цена на природный газ*, руб/м ³	Параметры использования весенних теплиц		
			Площадь весенней теплицы, м ²	Урожайность, кг/м ²	Рентабельность, %
10	20,16	6,31	35	17	5
20	12,69	6,31	72	17	13
50	8,30	6,31	183	17	22
100	6,83	6,31	369	17	55
200	6,77	6,31	745	17	87
400	6,38	6,31	1500	17	105
600	6,25	6,31	2258	17	110

Примечание: *оптовая цена на газ в Нижегородской области в 2025 году;

На основании данных таблицы 1 построен график (рисунок 2), по которому установлено, что при количестве животных более 600 условных голов использовать биогаз выгоднее, чем традиционный природный газ. Принимая во внимание этот показатель, на основании рассчитанных площадей теплиц, обогреваемых энергией биогаза, в ПБК можно предполагать получение за период их сезонного использования более 35 тонн растительной биомассы, которую могут составлять как товарные овощи (с рентабельностью производства около 100%), так и зелёные корма для животных.

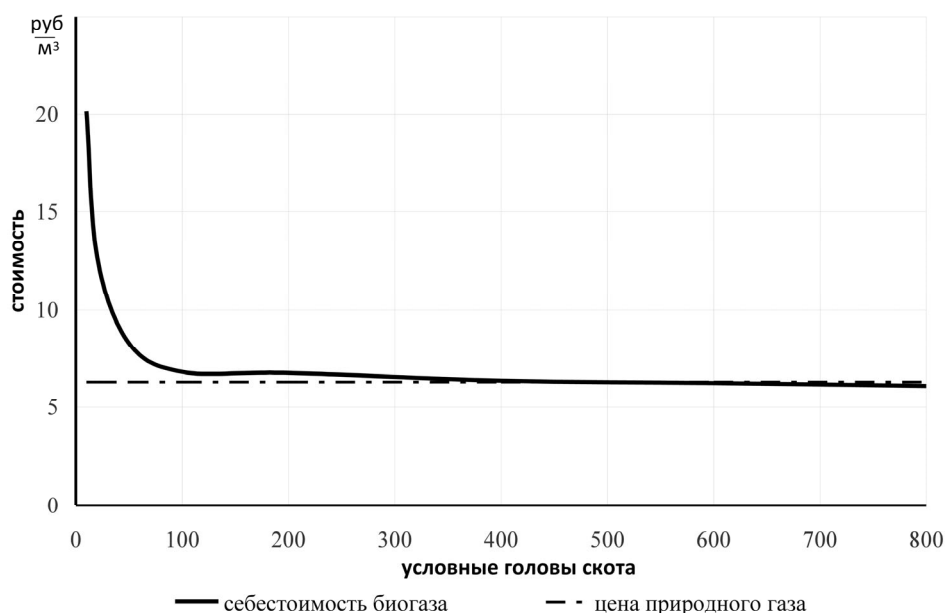


Рисунок 2 - Анализ эффективности получения биогаза

Таким образом, функциональное объединение отдельных производственных цехов в биоэнергетический комплекс позволяет повысить эффективность технологий в защищённом грунте.

Дальнейшая разработка принципов и методов адаптивной интенсификации на биоэнергетической основе открывает новые возможности рационального использования ресурсов производства, значительно снижая техногенную нагрузку на окружающую среду. Принимая во внимание перспективы совершенствования технологической системы ПБК в направлении повышения уровня внутреннего разнообразия его элементов, эффективной утилизации энергии отходов и общего сокращения потерь, а также расширения количества доступных ресурсов, несомненно можно сделать вывод о целесообразности развития биоэнергетических технологий в Нижегородской области с учётом местных природных и экономических условий.

Список литературы:

1. Баадер Б. Биогаз. Теория и практика. / Б. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер – Москва: Колос, 1982. – 148 с.
2. Горбатовский А.В. Адаптивная интенсификация сельского хозяйства: принципы и направления / А.В. Горбатовский, О.Н. Горбатовская // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси, 2010 (38). – с. 76-84.
3. Горбунов Б.И. Создание региональных инновационных кластеров по утилизации сельскохозяйственных отходов (на примере Нижегородской области) / Б.И. Горбунов, И.В. Филимонов, Е.В. Михалёв, В.Б. Горбунов // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства, – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2015. – С. 136-141.
4. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / А.А. Жученко – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 148 с.

5. ГОСТ Р 53790-2010. Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам – Введ. 2011-01-01. – Москва: Стандартиформ, 2019. – 10 с.
6. Зеленухо Е.В. Обоснование использования биогаза для производства энергии в Республике Беларусь / Е.В. Зеленухо, А.А. Цыганова, Г.В. Бельская, А.А. Хрипович // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ, 2024, 67(6) – С. 530-543.
7. Методические рекомендации по расчету и эффективному применению электрической энергии в тепловых процессах рассадных пленочных теплиц – Введ. 1980-04-15. – Москва: ВИЭСХ, 1981. – 85 с.
8. Садчиков А.В. Комплексная оценка эффективности использования биогазовых станций / А.В. Садчиков, Р.Р. Юсупов // Автоматизированные системы управления и информационные технологии – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2019. – с. 81-84.
9. Пат. 2136147 Российская Федерация, МПК98107236 А01. Производственный биоэнергетический комплекс / Филимонов И.В., Горбунов Б.И., Краснов А.А., Михалев Е.В.; – № 98107236; заявл. 1998-04-20; опубл. 1999-09-10. – 3 с.
10. Gorbunov B. Integracja produkcji rolniczych na baize bioenergetycznej / Gorbunov B., Filimonov I., Majjorov N. // Materiały na XII Międzynarodowa Konferencje Naukowa; – Warszawa: Insytut Budownictwa, Mechanizacji I Electryfikacji Rolnictwa, 2006. – С. 289-296.

References:

1. Baader B. Biogas in theory and practice B. Baader, E. Done, M. Brennderfer –Moskva: Kolos, 1982. – 148 p.
2. Gorbatovskij A.V. Adaptive intensification of agriculture: principles and directions / A.V. Gorbatovskij, O.N. Gorbatovskaja // Economic issues of agricultural development in Belarus, 2010 (38). – p. 76-84.
3. Gorbunov B.I. Creation of regional innovative clusters on utilization of agricultural waste (on the example of the Nizhny Novgorod region) / B.I. Gorbunov, I.V. Filimonov, E.V. Mihalev, V.B. Gorbunov // Problems of reclamation of household, industrial and agricultural waste, – Krasnodar: Kuban State Agrarian I. T. Trubilin University, 2015. – P.136-141.
4. Zhuchenko A.A. Strategy for adaptive intensification of agriculture (concept) / A.A. Zhuchenko – Puschino: ONTI PNTs RAN, 1994. – 148 p.
5. GOST R 53790-2010. Non-traditional technologies. Energetics of biowastes. General technical requirements for biogas sets – Introduced 2011-01-01. – Moskva: Standartinform, 2019. – 10 p.
6. Zelenuho E.V. Justification of the Use of Biogas for Power Generation in the Republic of Belarus / E.V. Zelenuho, A.A. Tsyganova, G.V. Bel'skaja, A.A. Hripovich // Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc., 2024, 67(6) – С. 530-543.

7. Methodological recommendations for the calculation and effective use of electrical energy in thermal processes of seedling film greenhouses – Introduced 1980-04-15. – Moskva: VIESH, 1981. – 85 p.
8. Sadchikov A.V. Complex evaluation of the efficiency of the use of biogas stationsn / A.V. Sadchikov, R.R. Jusupov // Automated control systems and information technologies – Perm: PNRPU, 2019. – p. 81-84.
9. Pat. 2136147 Russian Federation, MPK98107236 A01. Bioenergy production complex / Filimonov I.V. Gorbunov B.I., Krasnov A.A., Mikhalev E.V.; – № 98107236; appl. 1998-04-20; publ. 1999-09-10. – 3 p.
10. Gorbunov B. Integration of agricultural production in the bioenergy sector / Gorbunov B., Filimonov I., Majjorov N. // Materials for the 12th International Scientific Conference; - Warsaw: Institute of Construction, Mechanization and Electrification of Agriculture, 2006.– P. 289-296.