

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АПК

УДК: 338.432.5

В.М. КОШЕЛЕВ, Т.И. НУРГАЛИЕВ

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Перспективы производства биогаза в России зависят от политики государства в области энергетики, охраны окружающей среды, аграрного сектора экономики и развития сельских территорий, с одной стороны, и от заинтересованности сельскохозяйственных товаропроизводителей в развитии данного направления – с другой. Интерес потенциального производителя определяется уровнем эффективности отрасли. Оценку эффективности производства биогаза в конкретной сельскохозяйственной организации следует проводить с помощью комбинированного применения методов экономико-математического моделирования и анализа инвестиционных проектов. Модели строятся для двух возможных сценариев развития предприятия: «С проектом» и «Без проекта». Полученные в результате оптимизации сопоставимые решения сравниваются, и на основе различий в денежных потоках вычисляются приросты выгод и затрат, которые и позволяют оценить уровень эффективности проекта с помощью инструментов проектного анализа. Данный методический подход был апробирован на примере ООО «Агро Виста Тамбов». Результаты оптимизации свидетельствуют о необходимости существенных изменений в производственной структуре, связанных со строительством и дальнейшей эксплуатацией биогазовой установки, что в совокупности дает значительный экономический эффект. Прибыль в ситуации «С проектом» возрастает на 28% по сравнению с ситуацией «Без проекта». Сам проект также эффективен: $NPV = 39,6$ млн руб., $IRR = 19,3\%$, $DPBP = 9$ лет.

Ключевые слова: биогаз, субстрат, инвестиционный проект, производственная структура предприятия, математическое моделирование, эффективность проекта

Смещение акцентов в стратегии развития энергетики многих развитых стран в сторону все более активного использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) продиктовано в основном экологическими (соблюдение углеродного баланса в атмосфере) и политическими (обеспечение энергетической независимости стран) причинами. Экономическая эффективность производства энергии из ВИЭ может быть достигнута тогда, когда её себестоимость снижается до уровня удельных затрат на энергию, получаемую от традиционных источников. А пока этого не произошло, требуется искусственное стимулирование. Для побуждения бизнеса к интенсивному развитию альтернативной энергетики развитые и часть развивающихся стран

широко используют меры государственной экономической поддержки: субсидии для производителей, освобождение от уплаты НДС и экологических налогов, льготные кредиты и специальные гранты, тарифную политику и др.

В результате такой политики снабжение энергией из ВИЭ в последние годы бурно растет. Например, в Германии доля ВИЭ в общей структуре энергопотребления страны к 2020 г. должна достичь минимум до 25% (сейчас она составляет 14%; доля отопляемого с помощью ВИЭ жилья в общем объеме строительства возросла за 4 года с 5% до 26%).¹

К сожалению, в России, обладающей большими запасами природных ресурсов, в том числе и угле-

¹ <http://www.rg.ru/2011/06/08/kosachev-poln.html>.

водородов, государство уделяет значительно меньше внимания альтернативной энергетике, хотя централизованным энергоснабжением охвачена лишь треть территории страны, а две трети находятся в зоне децентрализованного и автономного энергоснабжения, где проживают около 20 млн чел.² При этом Российская Федерация имеет один из самых внушительных потенциалов солнечной, ветровой энергии, а также ВИЭ из биомассы, в том числе биогаза.

Производство биогаза дает целый ряд преимуществ для развития сельских территорий, особенно удаленных от традиционных источников энергии. Это и рост занятости в сельской местности, диверсификация производства, рост технологического развития, повышение уровня автономности, и снижение энергозависимости сельских территорий, решение или по крайней мере смягчение проблем утилизации отходов животноводства, а также газификации, электрификации и теплоснабжения домашних хозяйств, производственных и инфраструктурных объектов.

Широкое распространение биогазового производства станет возможным в ситуации, когда потенциальные производители (в основном это животноводческие комплексы, другие сельскохозяйственные организации, крестьянско-фермерские хозяйства) убедятся в экономической эффективности и устойчивости данной отрасли [1]. Проверить, насколько эффективным может быть производство биогаза в конкретной сельскохозяйственной организации можно, лишь оценив инвестиционную привлекательность строительства биогазовой установки, внедрения технологий производства субстратов и использования навоза для производства биогаза.

Задача эта непростая, поскольку ее решение связано с необходимостью учета множества факторов и условий технического, технологического, природного и социально-экономического характера. Строительство биогазовой установки и внедрение технологии производства биогаза вызывают существенные изменения в производственной структуре всего предприятия, поскольку предполагают выделение части площадей для выращивания энергетических культур, из которых производятся субстраты. Необходимый объем растительных субстратов и отходов животноводства (навоз, помёт и проч.) определяется мощностью биогазовой установки. И наоборот, выбор установки по мощности зависит от размера предприятия и его потребности в биогазе [2, 3].

Чтобы найти оптимальное сочетание товарных, энергетических и кормовых культур, а также отраслей животноводства, обеспечивающее максимальную эффективность функционирования предприятия, целесообразно использовать метод экономико-математического моделирования, в частности, деагрегированной модели оптимизации производ-

ственно-отраслевой структуры предприятия [4–6]. Однако традиционная деагрегированная модель требует существенной модификации из-за необходимости введения условий по изменению набора культур и, соответственно, системы севооборотов, по производству субстратов и их ферментации, производству биогаза и генерированию электроэнергии, по переработке ферментированной биомассы в органическое удобрение. При этом надо иметь в виду, что постановка задачи, структура модели, система переменных и ограничений могут существенно различаться для разных предприятий. Это связано со специализацией самого предприятия и применяемыми в нем технологиями, а также с предполагаемыми направлениями будущего использования биогаза (производство электроэнергии, газоснабжение населенных пунктов и др.), органических удобрений (для удобрения собственных полей или переработка, упаковка и продажа), тепла (отопление теплиц и других производственных объектов или теплоснабжение местного населения), электроэнергии (для собственных нужд или для реализации в энергосеть).

Поскольку начало производства биогаза требует приобретения и монтажа биогазовой установки и сопутствующих инфраструктурных элементов (хранилищ для биомассы и отходов животноводства, ферментатора, электрогенератора, складов для жидких и сухих органических удобрений и др.), а все это требует соответствующих капитальных вложений, то внедрение на предприятии технологии производства биогаза следует рассматривать как инвестиционный проект.

Согласно официальной Методике анализа инвестиционных проектов [4] оценка эффективности проекта основывается на сравнительном анализе двух состояний системы, на которую направлен инвестиционный поток. Эти состояния характеризуются ситуациями «без» и «с» проектом. При этом качество результатов анализа, выводы об осуществимости и эффективности проекта и, следовательно, адекватность принимаемых в соответствии с ними управленческих решений о целесообразности его реализации в определяющей степени зависят от того, насколько точно и концептуально верно определено состояние исследуемой системы в указанных ситуациях.

При проведении анализа необходимо исследовать обе ситуации («с» проектом и «без» него) и спрогнозировать их развитие на время всего расчетного периода [4, 5, 7].

Фактически сложившееся состояние предполагаемого объекта инвестиций практически всегда имеет потенциальные возможности для своего улучшения, не связанные с капитальными вложениями. Поэтому сравнение гипотетической ситуации «с проектом» с фактической ситуацией неадекватно отражает реальный эффект от реализации проекта, как правило, завышая его. Сравнение должно ос-

² <http://www.ecfor.ru/pdf.php?id=seminar/energo/z137>.

новываться на сопоставимых ситуациях. В каждой из ситуаций («с» и «без» проекта) при нормальном поведении объект стремится к оптимальному состоянию. Траектории достижения этих состояний, как правило, различны, но сами состояния имеют одно существенное сходство: оба они являются идеальными, т.е. лучше любых других при прочих равных условиях. А различия между ними обуславливаются лишь наличием или отсутствием инвестиций и их влияния на объект. Отсюда можно сделать вывод, что оптимальные состояния являются сопоставимыми, и использование их для сравнения ситуаций «с» и «без» проекта методологически оправдано [4]. Согласно теории моделирования для поиска оптимальных состояний системы можно использовать статические оптимизационные модели. Другими словами, чтобы построить денежные потоки проекта и оценить его эффективность, необходимо разработать и решить две независимые (желательно дезагрегированные) модели оптимизации производственной структуры предприятия для двух взаимоисключающих сценариев: (а) если предприятие отказывается от производства биогаза и продолжает обычную свою производственную деятельность («без проекта») и (б) если оно внедряет технологию производства биогаза и перестраивает свою структуру под новые задачи («с проектом»). Разница между денежными потоками «с проектом» и «без» него позволит методически обоснованно оценить финансовую эффективность проекта [7].

Математическая запись дезагрегированной модели для сельскохозяйственного предприятия молочной специализации с товарным растениеводством, оптимизирующей производственную структуру для ситуации «с проектом», можно представить в следующем виде.

Найти оптимальный план $X = \{X_p, X_s, X_{rqp}, X_k, \Delta X_{hl}, X_g, \tilde{X}\}$, обеспечивающий максимальное значение целевой функции:

$$F(X) = \sum_{s \in S_2} (Z_s X_s - \sum_{s \in S_1} C_s X_s) + \sum_{l \in L} (Z_l X_l - C_l X_l) \rightarrow \max.$$

При этом необходимо выполнение следующих условий:

1. По размещению культур по полям севооборотов

$$\sum_{r \in R} X_{rqf} \leq B_{qf}, (q \in Q, f \in F).$$

2. По производству продукции растениеводства

$$\sum_{q \in Q} \sum_{f \in F} v_{rqf} X_{rqf} \geq \sum_{s \in S} a_{rs} X_s, (r \in R).$$

3. По балансу элементов питания животных

$$\sum_{s \in S_1} v_{is} X_s + \sum_{k \in K} v_{ik} X_k \geq \sum_{l \in L} a_{il} X_l, (i \in I).$$

4. По балансу групп кормов в рационах питания животных

$$\sum_{s \in S_{1h}} v_{is} X_s + \sum_{k \in K_h} v_{ik} X_k \geq \sum_{l \in L} \alpha'_{hl} a_{il} X_l + \sum_{l \in L} \Delta X_{hl}, (h \in H, i \in I_1).$$

5. По максимальному приросту содержания групп кормов сверх минимальной границы в рационах питания животных

$$\Delta X_{hl} \leq (\alpha''_{hl} - \alpha'_{hl}) a_{il} X_l, (l \in L, h \in H, i \in I_1).$$

6. По суммарному приросту содержания групп кормов сверх минимальной границы в рационах питания по группам животных

$$\sum_{h \in H} \Delta X_{hl} = (1 - \sum_{h \in H} \alpha'_{hl}) a_{il} X_l, (l \in L, i \in I_1).$$

7. По размещению поголовья в животноводческих помещениях

$$X_l \leq B_l, (l \in L).$$

8. По выходу молодняка

$$\sum_{l \in L} v_{l1} X_l \geq X_{l'}, (l' \in L_2').$$

9. По движению поголовья животных по половозрастным группам

$$(1 - \sigma_l) X_l \geq w_{(l+1), l} X_{(l+1)}, (l \in L_2).$$

10. По выходу навоза, используемого для производства биогаза

$$\sum_{l \in L} v_l X_l \geq \tilde{X}.$$

11. Ограничение на мощности ферментера

$$\sum_{s \in S_2} X_s + \tilde{X} \leq B.$$

12. По расчету объемов производства продуктов переработки биомассы

$$\sum_{s \in S_2} v_{gs} X_s + v_g \tilde{X} = X_g, (g \in G).$$

13. Ограничение на мощности переработки по видам продукции

$$X_g \leq B_g, (g \in G).$$

14. По допустимым границам технологического соотношения в биомассе азота (n – nitrogen) и углерода (c – carbon)

$$\beta'_{g,g+1} X_{g+1} \leq X_g \leq \beta''_{g,g+1} X_{g+1}, (g \in G').$$

Например, соотношение в биомассе азота (n – nitrogen) и углерода (c – carbon) будет иметь следующий вид:

$$\beta'_{nc} X_n \leq X_c \leq \beta''_{nc} X_n.$$

Индексы:

г – видов сельскохозяйственных культур (R – их множество);

q – номеров полей в севообороте (Q – их множество);

f – номеров севооборотов (F – их множество);

s – видов продукции растениеводства (S – их множество, S₁ – подмножество видов продукции кормовых культур, S_{1h} – подмножество видов кор-

мов, относящихся к h -группе, S_2 – подмножество видов субстратов для биомассы, S_3 – подмножество видов продукции товарных культур);

k – видов покупных кормов (K – их множество, K_h – подмножество покупных кормов, относящихся к h -группе);

h – номеров групп кормов (H – их множество);

i – номеров элементов питания, содержащихся в кормах (I – их множество, I_1 – подмножество элементов питания, к которому относятся кормовые единицы);

l – номеров половозрастных групп животных (L – их множество, L_1 – подмножество групп продуктивных животных, например, коров, L_2 – подмножество остальных групп животных, L_2' – подмножество, к которому относится группа родившегося молодняка);

g – видов продукции/элементов/энергии, полученных в результате переработки биомассы в биогазовой установке (G – их множество, G' – подмножество элементов, между которыми вводятся технологические соотношения).

Переменные (искомые) величины:

X_1 – среднее годовое поголовье животных l -половозрастной группы;

X_s – объем производства продукции s -вида;

X_{qf} – площадь посева g -культуры на q -поле f -севооборота;

X_k – объем приобретения покупного корма k -вида;

ΔX_{hl} – прирост h -группы кормов в рационе l -группы животных сверх минимальной границы;

X_g – объем производства g -вида продукции/элемента/энергии, полученного в результате переработки биомассы в биогазовой установке (X_g^c , X_g^n – объемы производства углерода и азота, соответственно);

\bar{X} – объем навоза, используемого для производства биогаза.

Технико-экономические коэффициенты:

Z_s – цена реализации единицы s -вида продукции/энергии;

C_s – удельные материально-денежные затраты на единицу s -вида продукции/энергии;

Z_1 – удельная выручка от реализации продукции в расчете на 1 голову животных l -половозрастной группы;

C_1 – удельные материально-денежные затраты на 1 голову животных l -половозрастной группы;

v_{qf} – выход (урожайность) исходной продукции (например, зелёной массы многолетних трав) с 1 га площади посевов g -культуры на q -поле f -севооборота;

a_{is} – удельные затраты исходной продукции (например, зелёной массы многолетних трав) на производство единицы s -вида конечной или промежуточной продукции (например, сена, сенажа, силоса, травяной муки многолетних трав);

v_{ik} – содержание i -элемента питания в единице s -вида корма ($s \in S_1$);

v_{ik} – содержание i -элемента питания в единице k -вида покупного корма;

a_{il} – потребность в i -элементе питания в расчете на 1 голову l -группы животных;

$\alpha'_{hl}, \alpha''_{hl}$ – минимальная и максимальная границы содержания h -группы кормов в рационе l -группы животных;

v_{l1} – выход родившегося молодняка ($l' \in L_2'$) от 1 головы продуктивных животных ($l \in L_1$);

σ_1 – доля отхода (выбраковки) поголовья l -группы;

$w_{(l+1), l}$ – коэффициент соотношения поголовья l -группы и $(l+1)$ – группы с учетом сроков содержания;

v_1 – выход навоза в расчете на 1 голову l -группы животных;

v_{gs} – выход продукции/элемента/энергии g -вида из единицы s -вида продуктов переработки биомассы (субстратов);

v_g – выход продукции/элемента/энергии g -вида из единицы навоза;

$\beta'_{g,g+1}, \beta''_{g,g+1}$ – нижняя и верхняя границы в соотношении между элементом g и элементом $g+1$ (β'_{nc} и β''_{nc} – границы в соотношении азота и углерода).

Объемы ограничений:

V_{qf} – площадь q -поля f -севооборота;

V_1 – количество скотомест в помещениях для l -группы животных;

V – мощности ферментера;

V_g – мощности переработки по g -виду продукции.

Модель для ситуации «Без проекта» отличается тем, что из нее исключаются с 10 по 14 группы ограничений, а в целевой функции не учитываются затраты и поступления от реализации продукции и энергии, получаемых при производстве биогаза.

Описанный методический подход был апробирован на примере ООО «Агро Виста Тамбов» с использованием исходной технико-экономической информации, представленной в отчетной документации предприятия [8, 9]. Результаты оптимизации свидетельствуют о необходимости существенных изменений в производственной структуре, связанных со строительством и дальнейшей эксплуатацией биогазовой установки, что в совокупности дает значительный экономический эффект. В частности, прибыль в ситуации «С проектом» возрастает на 28% по сравнению с ситуацией «Без проекта». Сам проект также эффективен: NPV = 39,6 млн руб., IRR = 19,3%, DPBP = 9 лет.

Несмотря на очевидную экономическую привлекательность данного конкретного проекта, нельзя делать вывод о том, что производство биогаза будет эффективным для всех или многих сельскохозяйственных организаций даже сходной специализации. Но предложенный методический подход позволяет с достаточной степенью определенности оценить целесообразность биогазового производства в любом объекте.

Библиографический список

1. Pristupa A.O., Mol A.P.J. Renewable energy in Russia: The take off in solid bioenergy? // *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015. Vol. 50. Pp. 315–324.
2. Nurgaliev T., Müller J., Koshelev V. Biogas technology revenue potential of agriculture in the Tambov region of the Russian federation // *Innov. Agric.* 2014. Vol. 170–173.
3. Guide to Biogas – From production to use. FNR / GIZ. FNR, 2012. 232 p.
4. Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая ред.). М.: ОАО НПО Изд-во «Экономика», 2000. 421 с.
5. Алексанов Д.С., Кошелев В.М., Хоффман Ф. Экономическое консультирование в сельском хозяйстве. М.: КолосС, 2008. 256 с.
6. Jones P., Salter A. Modelling the economics of farm-based anaerobic digestion in a UK whole-farm context // *Energy Policy.* 2013. Vol. 62. Pp. 215–225.
7. Nurgaliev T., Koshelev V., Müller J. Investment potential of biogas technology using on a farm of the Tambov region in the Russian Federation // *Innov. Agric.* 2015. Vol. 214–216.
8. LCC «Agro Vista Tambov» [Electronic resource]. URL: <http://www.agro-vista-tambov.ru/>.
9. Федеральная служба государственной статистики [Electronic resource]. URL: <http://www.gks.ru>.

Кошелев Валерий Михайлович – д.э.н., профессор, заведующий кафедрой управления и сельского консультирования РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: +7-916-623-85-15; e-mail: vmkoshelev@gmail.com.

Нургалиев Тимур Ильдусович – аспирант кафедры управления и сельского консультирования РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: +7-499-154-54-46; e-mail: nti87@yandex.ru.

Статья поступила 12.11.2015

ECONOMIC ASPECTS OF BIOGAS TECHNOLOGY INTRODUCTION IN FARM ENTERPRISES

V.M. KOSHELEV, T.I. NURGALIEV

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

The future of biogas production in Russia depends on the state policy in the field of power industry, environment protection, agriculture and rural development, on the one hand, and on farmers' interest to develop biogas production, on the other hand. The interest of a potential producer is determined by the level of biogas production effectiveness. The effectiveness evaluation should be conducted by combining methods of mathematical modeling and investment project analysis. The models are to be developed for two alternative scenarios of the farm development – «With Project» and «Without Project». The optimal solutions are compared with one another, and incremental benefits and costs are defined on the basis of the received differences. Finally it allows assessing the level of project effectiveness with project analysis instruments. This methodological approach was tested on the example of «Agro Vista Tambov». The optimization results indicate the need for significant changes in the production structure, the construction and future operation of a biogas plant, which together bring a significant economic effect. Profit in the «With Project» situation has been increased by 28% as compared to the «Without Project» situation. The project is also effective: NPV = 39,6 million rubles., IRR = 19,3%, DPBP = 9 years.

Key words: biogas, substrate, investment project, farm production structure, mathematical modeling, project effectiveness.

References

1. Pristupa A.O., Mol A.P.J. Renewable energy in Russia: The take off in solid bioenergy? // *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015. Vol. 50. Pp. 315–324.
2. Nurgaliev T., Müller J., Koshelev V. Biogas technology revenue potential of agriculture in the Tambov region of the Russian federation // *Innov. Agric.* 2014. Vol. 170–173.
3. Guide to Biogas - From production to use. FNR / GIZ. FNR, 2012. 232 p.
4. Kossov V.V., Livshits V.N., Shakhnazarov A.G. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proektov (Vtoraya red.). (Guidelines on the assessment of investment projects (Second ed.)). NPO M.: Publishing house «Ekonomika», 2000. 421 p.

5. Aleksanov D.S., Koshelev V.M., Hoffmann F. Ekonomicheskoe konsul'tirovanie v sel'skom khozyaystve (Economic consultancy in agriculture). M.: Collossus, 2008. 256 p.
6. Jones P., Salter A. Modelling the economics of farm-based anaerobic digestion in a UK whole-farm context // Energy Policy. 2013. Vol. 62. Pp. 215–225.
7. Nurgaliev T., Koshelev V., Müller J. Investment potential of biogas technology using on a farm of the Tambov region in the Russian Federation // Innov. Agric. 2015. Vol. 214–216.
8. LCC «Agro Vista Tambov» [Electronic resource]. URL: <http://www.agro-vista-tambov.ru/>.
9. Federal State Statistics Service [Electronic resource]. URL: <http://www.gks.ru>.

Valeriy M. Koshelev – PhD (Econ) – Higher Doctorate, Professor, Head of «Farm Management and Rural Consulting» Department, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Timiryazevskaya ul., 49, Moscow; phone: +7-916-623-85-15; e-mail: vmkoshelev@gmail.com.

Timur I. Nurgaliev – postgraduate student, «Farm Management and Rural Consulting» Department, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Timiryazevskaya ul., 49, Moscow; phone: +7-499-154-54-46; e-mail: nti87@yandex.ru.

Received on November 12, 2015

УДК 338.43:621.31

В.Т. ВОДЯННИКОВ, А.А. ИГУДИН

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 10/0,4 КВ

В условиях международных санкций перед российским сельским хозяйством стоит серьезная задача: обеспечить население страны отечественными продуктами взамен импортных. Первостепенными становятся вопросы надежности электроснабжения и электрооборудования сельских производителей. Первое напрямую зависит от состояния электрических сетей 10/0,4 кВ. Исследовали и проанализировали состояние сельских электрических сетей 10/0,4 кВ Давлекановского и Балтачевского муниципальных районов Республики Башкортостан. Исследования показали высокий экономический износ электрических сетей 10/0,4 кВ в этих районах. Сравнительный анализ экономического состояния современных электрических сетей с их состоянием в 80-х гг. показал, значительное ухудшение. Например, в советский период средний износ подстанций составлял 45,3%, сейчас он составляет 122,7%. Анализ воспроизводства электрических сетей показал, что после 2000 г. их строительство и реконструкция практически не проводилась. Исходя из этого, можно сделать вывод о плачевном экономическом состоянии распределительных электрических сетей, а именно: стоимость большинства элементов сетей равна нулю, а некоторые из них имеют отрицательную стоимость; не используются средства из амортизационного фонда на их реконструкцию, также необходимо уточнение норм амортизационных отчислений для электрических сетей 10/0,4 кВ.

Ключевые слова: надежность электроснабжения, распределительные электрические сети 10/0,4 кВ, производство сельскохозяйственной продукции, экономический износ электрических сетей, воспроизводство электрических сетей.

В условиях международных санкций, перед Российским сельским хозяйством стоит серьезная задача: обеспечить население страны отечественными продуктами взамен импортных [1]. Для этого необходимо существенно увеличить объем сельскохозяйственного производства, повысив производительность труда, максимально заменяя ручной труд механизированным за счет автоматизации производства. Первостепенными становятся вопросы надежности электроснабжения электрооборудова-