

production and in everyday life. All of the above energy saving measures must be supported by an appropriate legal framework.

Bibliography

1. Skliar O. Technical means for mechanization of technological processes on livestock farms / O. Skliar, S. Grigorenko // Theory, practice and science. Abstracts of V International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan. – 2021. – Pp. 255–257.

2. Skliar R. Measures to improve energy efficiency of agricultural production / R. Skliar, O. Skliar // Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France. – 2020. – Pp. 478–480.

3. Manita I.Y. Justification of the energy saving mechanism in the agricultural sector / I.Y. Manita, A.S. Komar // Engineering of nature management. – 2021. – №1(19). – Pp. 7–12.

4. Zhuravel D. Modeling the reliability of units and units of irrigation systems / D. Zhuravel, O. Skliar // Multidisciplinary academic research. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference. Amsterdam, Netherlands. – 2021. – Pp. 83–86.

5. Skliar O. Directions of increasing the efficiency of energy use in livestock / O. Skliar // Current issues of science and education. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. Rome, Italy. – 2021. – Pp. 171–176.

**Кравцов А.М., к.т.н., доцент, Авдошка И.В., к.ф.-м.н.,
доцент, Клинцева В.Ф.**

**Белорусский государственный аграрный технический
университет, Минск, Республика Беларусь
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
ГЕНЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ**

Энергетика в целом, и электроснабжение в частности, является основной системообразующей и жизнеобеспечивающей отраслью государства. Надежность электроснабжения и затраты на электроэнергию существенно влияют на эффективность всех отраслей экономики, в том числе сельскохозяйственного производства. Основными направлениями развития энергетики Республики Беларусь

[1, 2] являются: диверсификация поставщиков топливно-энергетических ресурсов; развитие сектора нетрадиционной и возобновляемой энергетики; максимальное использование местных видов топлива (МВТ), в том числе отходов производства и жилищно-коммунального хозяйства. В сельском хозяйстве особенно актуален вопрос использования МВТ и отходов производства. Это связано с особенностями сельскохозяйственного производства, где образуется большое количество отходов, которые можно использовать в качестве топлива или биомассы для получения биогаза, с последующим использованием для выработки электрической и тепловой энергии [3].

Перспективным направлением развития электроснабжения сельского хозяйства является распределенная генерация энергии множественными источниками, объединенными в единую энергосеть на базе централизованной сети. Это позволит улучшить надежность электроснабжения, снизить затраты на электроэнергию, повысить эффективность эксплуатации генерирующих установок, использующих различные источники энергии, в том числе, прямую солнечную энергию, биотопливо, ветер и т.д.

Развитие систем электроснабжения с распределенной генерацией энергии согласуется с Комплексным прогнозом научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 года [4]. В соответствии с [4] перспективным направлением развития энергетики, в частности, является распределенная генерация энергии множественными источниками малой и средней мощности, расположенными непосредственно у потребителей энергии и объединенными в единую «умную» энергосеть (Smart Grid).

Основной проблемой масштабного использования распределенной генерации энергии является сложность управления энергосистемой, что обусловлено проблемой интеграции в централизованную сеть множества источников малой и средней мощности. Это связано с нестабильной работой установок, использующих прямую солнечную энергию и ветер, необходимостью контроля активной мощности всех источников и согласования с графиком энергопотребления, усложнением диспетчеризации и учета электроэнергии. Для решения проблемы необходимо решить комплекс вопросов: совершенствование тарифной политики и правового обеспечения; развитие приборной базы для создания автоматизированных информационно-измерительных систем учёта электроэнергии; создание программного обеспечения, и так далее.

Создание программных комплексов для управления энергосистемой с распределенной генерацией энергии множественными источниками требует разработки соответствующей модели. Изучение условий эксплуатации и характеристик различных энергоблоков показало, что энергетическая система с большой долей АЭС и ТЭЦ требует более детального моделирования режимов работы генерирующего оборудования [5]. Причем с увеличением доли установок, использующих возобновляемые источники энергии, данные требования ужесточаются. При большой доле возобновляемых источников энергии в структуре генерирующих мощностей необходимо обеспечить поддержание баланса мощности для каждого часа, то есть работу энергосистемы следует рассчитывать, используя почасовой график нагрузки вместо распространенных методик моделирования по кривой продолжительности нагрузки. При этом может быть использован программный пакет SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных), а для моделирования и управления системой может быть использован, например, мультиагентный подход [6]. При мультиагентном подходе каждый объект электроэнергетического комплекса (трансформатор, линия, подстанция) может быть представлен некоторым агентом, то есть программно-технической единицей, обладающей интеллектом, благодаря возможности обучения, и способной к взаимодействию с такими же элементами системы для принятия решений по управлению. Взаимодействие агентов является ключевым аспектом, так как Smart Grid подразумевают передачу информации параллельно энергии [6].

Создание и использование цифровых технологий в виде интеллектуальных иерархических систем управления позволит [4]: проводить оценку работы сети в различных режимах работы; управлять активными элементами сети и электроустановками потребителей; в режиме реального времени менять топологические параметры сети; автоматизировать работу системообразующих, магистральных, межгосударственных электросетей. В Smart Grid создаются условия для использования децентрализованных и возобновляемых источников электроэнергии, а также источников генерации у потребителей.

Список используемых источников

1. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21501084&p1=1>. – Дата доступа: 20.10.2021.

2. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100103>. – Дата доступа: 20.10.2021.

3. Герасимович, Л. С. Методология научного обоснования аграрных комплексных энергосистем с использованием местных ресурсов / Л.С. Герасимович, О.Л. Сапун, А.В. Синенький // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2019. Т. 57. № 1. С. 93–109.

4. Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. Том 2 / под ред. А.Г. Шумилина. – Минск: ГУ «БелИСА», 2020. – 752 с.

5. Михалевич, А.А. Моделирование работы Белорусской энергосистемы с учетом ввода АЭС / А.А. Михалевич, В.А. Рак. // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2021. Т. 64, № 1, с. 5–14.

6. Макаров, Я.В. Совершенствование принципов мультиагентного подхода к моделированию элементов электротехнических комплексов и систем нефтяной отрасли : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Я.В. Макаров. – Самара, 2016. – 139 л.

**Кравцов А.М., к.т.н., доцент, Гаель И.А., Зыкун А.С.,
Плискевич Е.В.**

**УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ
ТОЛИВА И ТБО**

На сегодняшний день, еще не выявлены приемлемые, то есть дешевые и экологически чистые технологии выработки энергии из такого возобновляемого ресурса, как твердые бытовые отходы (ТБО). Учитывая рост количества отходов и бедность Республики Беларусь энергетическими ресурсами, возрастает необходимость в новых методах утилизации ТБО с возможным вовлечением в энергопотенциал путем применения прогрессивных технологий,