

УДК 631.544.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Петраков С.С., студент,

Станкевич И.И., ст. преподаватель

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация. В статье рассматриваются современные энергоэффективные технологии тепличного производства, их влияние на снижение себестоимости и повышение урожайности. На основе отечественного и международного опыта демонстрируется эффективность внедрения автоматизации микроклимата, LED-освещения и систем дозирования CO₂.

Ключевые слова: тепличное производство, энергоэффективность, продовольственная безопасность, урожайность, умные теплицы.

Постановка проблемы. Тепличное производство относится к числу наиболее энергоёмких: затраты на отопление и досвечивание зимой достигают 40-60 % себестоимости продукции. В Беларуси объёмы электроэнергии, потребляемой зимними теплицами, стремительно растут – к 2025 году они прогнозируются на уровне 120 млн кВт·ч. Одновременно энергетическая система страны сильно зависит от импорта газа, а введение новых атомных блоков не сможет мгновенно снизить эту зависимость. Сезонный характер производства усилит проблему: несмотря на круглогодичную работу, основной урожай приходится на весну, а затраты в осенне-зимний период резко возрастают из-за потребности в отоплении и подсветке. В таких

условиях рентабельность тепличного хозяйства сильно страдает, а закупочные цены ограничены государственными нормативами. Сокращение потребления энергии и автоматизация процессов становятся приоритетными задачами, позволяющими уменьшить себестоимость и стабилизировать поставки продукции. Государственные программы и международное сотрудничество, например, проектирование «умных теплиц» с Китаем, ставят целью создание высокоэффективных тепличных комплексов, способных увеличить урожайность и обеспечить продовольственную безопасность страны [1].

Основные материалы исследования. Объектом исследования является – УП «Минский парниково-тепличный комбинат». Это производственно-торговое предприятие, одно из крупнейших производителей овощной и цветочной продукции защищенного грунта в Республике Беларусь.

Предприятие основано в 1945 г. с целью обеспечения населения столицы овощной продукцией. В 2015 году к Производственно-торговому коммунальному унитарному предприятию «Минский парниково-тепличный комбинат» присоединено ПКДУП «Цветы столицы».

За Предприятием закреплены земли сельхозназначения, расположенные в г. Минске по ул. Парниковая, 14 и ул. Монтажников, 27, общей площадью 30,6 га, в том числе площадь теплиц – 11,5 га.

Поскольку на УП «Минский парниково-тепличный комбинат» занимаются не только производством продукции (выращиванием овощей и цветов), но и ее продажей, в организационно-штатную структуру предприятия входят 2 овощных павильона и 8 цветочных магазинов. К объектам социальной сферы можно отнести имеющиеся на территории Предприятия здравпункт и столовую.

На комбинате используется малообъемная технология выращивания овощей и цветочной продукции в теплицах, которая предусматривает создание оптимальных водно-воздушных, питательных и температурных параметров в корнеобитаемой зоне растений. Применение малообъемной технологии в тепличном овощеводстве позволяет получать высокие и устойчивые урожаи с повышенным качеством продукции. Выращивание овощей в теплицах осуществляется с помощью компьютерных систем управления технологическими процессами (полив растений, подкормка удобрениями, регулирование микроклимата).

Особенностью производственно-хозяйственной деятельности Предприятия является ее сезонный характер и значительная дифференциация затрат на производство в течение года. Основной объем овощей производится в весенний период, а затраты возрастают в осенне-зимний период в связи с необходимостью обогрева и подсветки теплиц.

Современные тепличные предприятия уже внедряют комплекс технологических решений. Так, в УП «Минский парниково-тепличном комбинат» в ходе модернизации крупнейшей теплицы по госпрограмме «Аграрный бизнес» создали оптимальный микроклимат, что позволило значительно сэкономить энергоресурсы. Заменены системы полива, вентиляции и энергосберегающие экраны. Одновременно здесь начали эксперименты с новейшими LED-светильниками для круглогодичного выращивания как овощей, так и цветов. Проведённые мероприятия свидетельствуют о том, что комбинирование этих решений позволяет существенно повысить общую эффективность производства.

В 2024 году в УП «Минский парниково-тепличный комбинат» завершили очередной этап модернизации микроклимата: обновили системы вентиляции, установили автоматические экраны и внедрили

компьютеризированное управление климатом, что позволило существенно сократить расход тепла и электроэнергии. Наиболее впечатляющим оказалось внедрение около 7 тыс. LED-светильников по 600 Вт, обеспечивающих световой поток 18-20 тыс. лк. Уже первые результаты показали увеличение сбора огурцов в несезонный период более чем в два раза – с 300 до 600 т в месяц. Инвестиции в светодиодное освещение быстро доказали эффективность, обеспечив рост производства при снижении энергозатрат [2].

Это во многом перекликается с тенденциями развития тепличной отрасли, аналогичные технологические решения активно внедряются в ведущих аграрных странах мира. Рассмотрим подробнее международный опыт внедрения энергоэффективных решений в тепличных хозяйствах.

Применение когенерационных установок в теплицах является одним из наиболее перспективных направлений. Такая схема обеспечивает общий коэффициент полезного действия на уровне 80-95 %, что значительно выше, чем при отдельной выработке энергии. Тепло, остающееся после генерации, используется для обогрева теплиц, а образующийся при сгорании газа углекислый газ служит дополнительным источником питания для растений. В среднем на каждый кВт·ч произведенной электроэнергии приходится около 0,2 кг выбросов углекислого газа, что составляет примерно 5-6 % от общего объема выхлопных газов. После очистки этот газ подают в теплицу для поддержания оптимальной концентрации, обычно находящейся в пределах от 0,03 до 0,3 %. Такое повышение содержания углекислоты существенно ускоряет фотосинтез и стимулирует рост растений.

Европейские страны, включая Бельгию, Данию, Францию и Нидерланды, накопили значительный положительный опыт использования подобных систем. В частности, в Нидерландах на

протяжении длительного времени применяют сочетание высокоэффективных теплиц и когенерационных установок, что позволяет одновременно поддерживать стабильный климат и обеспечивать растения необходимым уровнем углекислого газа. В российских же условиях внедрение мини-ТЭЦ для теплиц пока не получило широкого распространения, однако всё чаще рассматривается как возможность значительно сократить энергозатраты. Дополнительным преимуществом когенерации является возможность снижения нагрузки на национальную энергосистему и получения дохода от продажи избыточной электроэнергии в периоды повышенного спроса [3].

Климат-контроль и автоматизация микроклимата являются обязательными компонентами современных теплиц. Компьютеризированные системы управления регулируют температуру, влажность, вентиляцию, полив и уровни освещения с опорой на погодные данные и фазы роста растений. Автоматизация предотвращает перерасход воды и тепла, повышая общую энергоэффективность. В проекте датской фирмы Thoruplund Nursery установка климатических штор вместе с компьютерным управлением позволила сэкономить 537 тыс. кВт·ч энергии за 5 лет только благодаря шторам и 24,2 млн. кВт·ч за счёт систем контроля микроклимата. В результате снижения производственных затрат обеспечивается окупаемость таких инвестиций менее чем за 4 года [4].

Светодиодное освещение является одной из ключевых международных инноваций. LED-светильники потребляют в 2-3 раза меньше энергии и выделяют значительно меньше тепла по сравнению с лампами ДНаТ. Это позволяет существенно сократить энергозатраты. Возможность точно управлять спектром (красный и синий свет) ускоряет рост растений и повышает урожайность. Благодаря более

высокой энергоэффективности LED-технологии широко применяются в крупных тепличных комплексах Европы, где они обеспечивают значительную экономию электроэнергии и способствуют повышению качества продукции [5].

Энергосберегающие экраны и шторы также широко применяются в международной практике. Они сохраняют тепло ночью и предотвращают перегрев днём. В сочетании с автоматикой экраны экономят значительные объёмы энергии, сокращая расходы на отопление на десятки процентов. Европейский опыт показывает окупаемость подобных решений в течение 2-3 лет [4].

Дозирование углекислого газа (CO_2) в теплицах – ещё одна технология, применяемая во всём мире. Повышение концентрации CO_2 до 0,1-0,15 % ускоряет фотосинтез, повышая урожайность на 20-30 %. Растения с повышенным содержанием углекислого газа усваивают свет эффективнее, быстрее растут и формируют более крупные и ранние плоды, что особенно важно для круглогодичного производства овощей и цветов.

Источником CO_2 могут быть автономные системы генерации, такие как баллоны или горелки, а также когенерационные установки, где дымовые газы после очистки направляются в теплицу. Сжигание природного газа в когенераторе обеспечивает качественный CO_2 , безопасный для растений. Для равномерного распределения газа в теплице устанавливаются специальные распределители, вентиляторы и трубопроводы, а датчики постоянно контролируют концентрацию CO_2 , поддерживая её на необходимом уровне.

Современные системы дозирования работают автоматически в зависимости от времени суток, интенсивности освещения и стадии развития растений, что позволяет минимизировать потери CO_2 и снизить энергозатраты на поддержание микроклимата. Грамотное

управление концентрацией углекислого газа снижает потребность в дополнительных удобрениях, так как растения используют CO₂ более эффективно, и уменьшает количество тепла, необходимого для обогрева теплицы [6].

Выводы. Таким образом, внедрение современных технологий позволяет существенно снизить энергозатраты и повысить рентабельность тепличного производства. Опыт УП «Минский парниково-тепличный комбинат» показывает, что автоматизация микроклимата, светодиодное освещение, энергосберегающие экраны и дозирование углекислого газа дают заметный эффект:

- сокращают себестоимость продукции;
- увеличивают урожайность;
- способствуют росту сбора овощей в несезонный период.

Международный опыт подтверждает, что комплексный подход с применением высокоэффективных технологий позволяет поддерживать стабильный микроклимат, экономить энергоресурсы и ускорять рост растений. Масштабное внедрение таких решений в Республике Беларусь создаёт условия для укрепления продовольственной безопасности, снижения зависимости от импорта и повышения конкурентоспособности отечественной продукции. Таким образом, развитие «умных» теплиц выглядит многообещающе, обеспечивая устойчивое и эффективное развитие отрасли.

Список использованных источников

1. Третий энергоблок АЭС: что будет с тарифами и спросом на электроэнергию [Электронный ресурс]. – URL: <https://neg.by/novosti/otkrytj/tretiy-energoblok-aes-chto-budet-s-tarifami-i-sprosom-na-elektroenergiyu/> (дата обращения 15.11.2025).

2. Китайские умные теплицы совсем скоро появятся в Беларуси. Рассказываем, чем они уникальны [Электронный ресурс]. – URL: <https://ctv.by/news/obshestvo/kitajskie-umnye-teplicy-sovsem-skoro-rozavyatsya-v-belarusi-rasskazyvaem-chem-oni-unikalny> (дата обращения 15.11.2025).

3. Когенерация в тепличном хозяйстве [Электронный ресурс]. URL: <https://esist.ru/mini-tec/greenhouse/> (дата обращения: 15.11.2025).

4. Installing greenhouse climate systems for energy efficiency [Электронный ресурс]. – URL: https://eu-cap-network.ec.europa.eu/good-practice/installing-greenhouse-climate-systems-energy-efficiency_en (дата обращения 16.11.2025).

5. Накормят ли светодиоды Россию овощами? [Электронный ресурс]. – URL: <https://led-e.ru/arthur/nakormyat-li-svetodiody/> (дата обращения 17.11.2025).

6. Удобрение CO₂: Ключ к повышению продуктивности [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.greenclimate.com.tr/en/blog/2024/05/26/co2-fertilization-the-key-to-increasing-productivity/> (дата обращения 17.11.2025).