

УДК 681.5.03

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Андрей Юрьевич Астапов

кандидат технических наук, доцент

astapow_a@mail.ru

Дмитрий Васильевич Акишин

кандидат сельскохозяйственных наук

akishin@mgau.ru

Максим Андреевич Бабошин

студент

maksbaboshin2@gmail.com

Алла Борисовна Лыкова

студент

lukovaalla3@gmail.com

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Цель написания статьи заключалась в подробном рассмотрении интегрирования автоматизации в производственный процесс с целью энергоэффективного использования ресурсов. Автоматизированные системы не только сокращают энергетическое потребление, но и способствуют ряду других положительных факторов в проектировании эффективного современного производства.

Ключевые слова: энергоэффективность, автоматизация, комплекс, энергия, автоматические системы контроля, установки, оборудование, система, предприятие, проектирование.

Находясь в условиях постоянно растущих цен на энергетические ресурсы, мощным толчком и рычагом для управления оптимизации энергопотребления выступает автоматизация производства. Стоит отметить, что роль автоматизации довольно легко недооценить. Так, в современном мире настоящая энергоэффективность систем с автоматизацией зачастую недооценивается.

Рассматривая энергоэффективность в контексте автоматизированных систем, можно сделать логический вывод, что в данном случае понимается сокращение энергопотребления. Однако, энергоэффективность в системе автоматизации работает как целый комплекс, включающий весь цикл жизни оборудования и технологического процесса, начиная от включения в состав производства до закономерной утилизации, вышедшего из строя оборудования. Необходимо понимать, что не всякая спроектированная автоматизация ведет к снижению энергопотребления, а, наоборот, может привести к его увеличению. Во многом на это влияет как раз-таки этап проектирования и, если проектирование было выполнено правильно, этап настройки оборудования [1-2, 5].

Основными составляющими энергоэффективности выступают:

1. Внедрение энергомониторинга.
2. Улучшение командной системы управления.
3. Подбор и установка энергоэффективных компонентов.
4. Консолидация и виртуализация серверов.

Интегрирование систем энергетического мониторинга в автоматические системы контроля позволит получать информацию о потреблении энергии от работающего оборудования. При этом учитывается не только расход энергии и принципы его экономии, а также выявляется риск возникновения аварийной или внештатной ситуации из-за перегрузки рабочего узла.

Улучшение командной системы управления включает в себя два ключевых аспекта: предиктивное и адаптивное управление. Суть предиктивной системы управления в отличие от реактивной заключается в том, что система

пытается выявить неисправности или критические узлы системы до выхода её из строя, а реактивная реагирует на уже произошедший аварийный случай.

Адаптивная система управления подразумевает под собой динамически изменяющуюся систему, которая учитывает параметры энергопотребления. Так, например, анализируя время поступления необходимого количества света от естественных источников или учитывая работу людей в конкретном месте, она может включаться в тот момент, когда существует необходимость в искусственном освещении. Такой подход значительно снижает нагрузку на электросети и положительно сказывается на экономической составляющей предприятия [1,2].

Автоматизацию системы важно сочетать с выбором оборудования, имеющего высокий класс энергоэффективности. Таким образом, модернизация линии или участка будет оснащена не только новыми установками, но и одновременно решать экономические вопросы.

В качестве примера можно привести вариант снижения энергопотребления с сохранением высокого КПД установки. Так, с использованием частотно-регулируемых приводов при работе электродвигательных установок можно добиться контролируемого плавного пуска и поддержки необходимого числа оборотов и напряжения. Как итог, снижается энергетическое потребление при неполной загрузке электродвигателя, при этом коэффициент полезного действия описанного привода сохраняется высоким (более 95%), что дает преимущество перед привычными методами регулирования частоты вращения – дросселирования [3, 5].

Нередки случаи применения виртуализации и консолидации серверов на передовых отечественных предприятиях страны. Их суть заключается в запуске виртуальных машин с использованием одного физического сервера. Это приводит к увеличению нагрузки на сервер, но снижает их общее количество. Консолидация в свою очередь также направлена на сокращения количества физических серверов и их объединения в один. Снижение энергопотребления в

таким случае – существенное. Это достигается за счет меньшего требования в охлаждении и питании серверов.

Мало того, виртуализация дает возможность сотрудникам, обслуживающим сервера или управляющим ими больше полезного рабочего времени, а также снимает некоторые обязанности сотрудников.

Во время оценки энергоэффективности предприятия важно концентрировать свое внимание на ключевых показателях эффективности (КПЭ) [3].

Оценивая энергоэффективность важно принять во внимание, что выбранные показатели должны быть измеримыми и понятными для их последующего отслеживания и сравнения, чтобы на их основе можно было предпринимать решения и внедрять советующие технологии.

В автоматических системах контроля одним из ключевых параметров является удельное потребление энергии на единицу выпущенной продукции. Простыми словами это количество потраченной энергии при выпуске одного изделия. Снижения показателей энергопотребления дает понимание об энергоэффективности производства продукции или изделий.

Не менее важным критерием является коэффициент использования установленной мощности (КИУМ). Высокие показатели КИУМ дают представление о том, на сколько загружен участок, станок, линия по сравнению с его предельным максимумом. Обратная ситуация с низким показателем КИУМ свидетельствует о том, что линии слишком перегружена оборудованием и указывает на неправильное планирование производства [4].

Надежность и производительность электрооборудования, а также время работы без сбоев отражается на положительном факторе «Время работы оборудования без сбоев и простоев». Сокращение простоев и низкая частота сбоев оборудования говорит о том, что эффективность защиты систем от перегрузок и замыканий находится на высоком уровне, таким образом увеличивается производительность участка.

Получение данных об энергоэффективности предприятия в общей картине автоматизации позволяет собрать оценку функционирования всей системы. При анализе выявляются недочеты и принимаются решения по оптимизации линии или производственного процесса.

Внедрение автоматизации в производственный процесс, несомненно, положительно сказывается как на рациональном пользовании ресурсами, снижении потерь так и на временных простоях, а также повышает производительность организации при низком энергопотреблении. С другой стороны, работа автоматики также нуждается в энергопотреблении для его работы, систем контроля и управления линией [3, 8].

При интегрировании системы важно не только основываться на принципе: «Автоматизация ключ к энергоэффективности», но и добиваться правильного баланса между анализом энергопотребления и автоматизацией производственных процессов. Другими словами, важно контролировать энергетическое потребление на всех производственных этапах интегрирования системы автоматизации и применять современных подходы по контролю и управлению энергоэффективностью [4, 6].

Современные подходы по реализации энергоэффективного оборудования включают в себя системы управления зданием (BMS). В полномочия этой системы входит контроль и автоматизацию процессов в здании. Система BMS может оповещать спецслужбы о неполадках в здании и событиях [5, 7].

Одной из подсистем BMS является ОВК в обязанности которой входит контроль за отоплением, кондиционированием, вентилированием и освещением помещения. ОВК управляется с помощью BMS. Таким образом, работа системы BMS может адаптивно подстраиваться под внешние параметры (время суток, присутствие людей в помещении, микроклимата) изменять настройки системы под необходимую ситуацию, снижая энергопотребление [6].

Важно понимать, что полномочия и работа системы BMS это не просто выключение и отключение оборудования по расписанию, а динамически адаптивный комплекс микроклимата в зависимости от ряда факторов:

1. Погодно-климатические условия.
2. Качество воздуха.
3. Загруженность помещений.
4. Рабочий график.

Выгода от автоматизации производственного процесса пускай и является очевидной – снижение затрат на электроэнергию, но существует еще несколько положительных факторов.

К ним можно отнести:

1. Повышения уровня конкурентоспособности. Понижая себестоимость продукции, производитель выставляет на рынке более конкурентоспособные цены, подвластные большинству покупателей.

2. Нагрузка на электростанции уменьшается, вследствие более низких нагрузок на сеть. Особенно важно при пиковых нагрузках.

3. Точечное использование оборудования в соответствии с распределяемой нагрузкой. Оптимизация и настройка оборудования под определенную нагрузки продлевает срок службы оборудования, предотвращая его скорый износ.

4. Энергоэффективное производство способствует сохранению природных ресурсов (нефти, угля, газа) за счет меньшего потребления при производстве электроэнергии. Данный аспект важен в условиях экологической безопасности на тепловых электростанциях.

5. Увеличение инвестирования от других компаний. Промышленные предприятия, направляющие курс работы на устойчивое развитие производства, являются наиболее привлекательными для инвесторов, ориентированных на ESG-факторы (Environmental, Social, and Governance) [6-8].

Список литературы:

1. Астапов А. Ю., Мухортов Н. М., Кейзер А. В. Анализ параметров электрического освещения корпуса здания ВНИИС им. И.В. Мичурина // Энергосбережение и эффективность в технических системах: Материалы IV

Международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Тамбов, 10–12 июля 2017 года / Тамбовский государственный технический университет. Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2017. С. 370-372.

2. Андреев М. А., Астапов А. Ю., Гурьянов Д. В. Управление электрическим освещением сельскохозяйственного помещения на основе контроллера ARDUINO UNO // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: Материалы международной научно-практической конференции. Сборник научных трудов, Мичуринск, 25–27 октября 2017 года / Под общей редакцией В.А. Солопова. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет. 2017. С. 187-193.

3. Бабаев А. Г., Воронин С. И. Современные методы контроля энергопотребления в автоматизированных системах // Энергетик. 2023. № 2. С. 23-28.

4. Васильев П. С. Проектирование энергоэффективных систем автоматического контроля: монография / М.: Энергоатомиздат. 2022. С. 184.

5. Грачев М. С. Интеллектуальные системы контроля энергопотребления // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2022. № 5. С. 34-39.

6. Дмитриев А. Н., Соколова Е. В. Автоматизация и энергоэффективность: современные подходы // Промышленная автоматика. 2023. № 1. С. 67-72.

7. Найденов А. А., Астапов А. Ю. Разработка энергосберегающих мероприятий в теплоснабжении дома // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-наукоград РФ, 26–28 октября 2021 года. Мичуринск-наукоград РФ: Мичуринский государственный аграрный университет. 2021. С. 173-175.

8. Сорокин К. И., Найденов А. А., Астапов А. Ю. Инновационные подходы в развитии энергоснабжения АПК в России // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.

9. Стурова Д. Ю., Астапов А. Ю. Проблемы и вызовы автоматизации процессов СМК // Наука и Образование. 2025. Т. 8. № 2.

UDC 681.5.03

**ENERGY-EFFICIENT SOLUTIONS IN THE DESIGN OF
AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS**

Andrey Yu. Astapov

candidate of technical sciences, associate professor

astapow_a@mail.ru

Dmitry V. Akishin

candidate of agricultural sciences

akishin@mgau.ru

Maxim An. Baboshin

student

maksbaboshin2@gmail.com

Alla B. Lykova

student

lukovaalla3@gmail.com

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The purpose of this article was to take a detailed look at the integration of automation into the production process in order to use resources in an energy efficient manner. Automated systems not only reduce energy consumption,

but also contribute to a number of other positive factors in designing efficient modern production.

Keywords: energy efficiency, automation, complex, energy, automatic control systems, installations, equipment, system, enterprise, design.

Статья поступила в редакцию 01.11.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 01.11.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.