

Обучающимся энергетическому управлению необходимо объяснить значимость их специализации в энергосекторе. Подготовка таких специалистов упирается в разработку планов и решение проблем, связанных с высоким потреблением энергии, а также создание рационального использования энергии на предприятиях, в офисах и жилых домах.

Т. к. экономика Республики Беларусь очень зависима от импорта энергоносителей, она находится в условиях постоянного роста цен на зарубежное топливо. Поэтому для Беларуси актуальна деятельность, связанная с повышением энергоэффективности предприятий. Энергоменеджмент позволит снизить издержки при добыче, транспортировке и потреблении топливно-энергетических ресурсов, а также повысит энергетическую безопасность государства.

Заключение. Таким образом, необходимо понимание того, что в повышении эффективности энергосбережения главным является не только внедрение качественного оборудования, новых технологий, модернизация существующего оборудования и использование всех имеющихся ресурсов. Важность правильной организации энергопотребления, т. е. энергоменеджмент или, по-другому, энергоаудит, – то, что играет немаловажную роль в создании мероприятий по энергосбережению. Для решения данной проблемы необходимо наличие системы управления, создание которой будет возлагаться на обученного специалиста. Эти управленческие задачи и призван решать энергетический менеджмент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергетический менеджмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bellis.by/energy-efficiency/energy-management/>. – Дата доступа: 06.12.2022.

2. Микулич, Е. С. Особенности развития энергоменеджмента в Республике Беларусь / Е. С. Микулич // Новые направления развития приборостроения : материалы 10-й международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, Минск, 26–28 апреля 2017 г. : в 2 т. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: О. К. Гусев [и др.]. – Минск, 2017. – Т. 2. – С. 97–98.

3. Миклашевская, М. В. Энергетический менеджмент / М. В. Миклашевская // Актуальные проблемы энергетики – 2016 [Электронный ресурс]: материалы научно-технической конференции студентов и аспирантов (Минск, 2017). – Минск : Белорусский национальный технический университет, 2017. – С. 153.

УДК 620.4, 528.7

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN SOLAR ENERGY

Котельников Д.Ю., аспирант, Севастопольский государственный университет,
Севастополь, DYKotelnikov@ya.ru

Кузнецов П.Н., к.т.н., доцент, Севастопольский государственный университет,
Севастополь, PNKuznetsov@sevsu.ru

Якимович Б.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Возобновляемые источники энергии и электрические системы и сети», Севастопольский государственный университет, Севастополь, BAYakimovich@sevsu.ru

Аннотация. Важнейшим элементом для эффективной реализации Национальной программы «Цифровая экономика» является повышение эффективности и устойчивости функционирования предприятий энергетической отрасли за счет реализации меро-

приятый по цифровой трансформации. Внедрение результатов данных мероприятий позволят увеличить производительность труда, сократить удельные затраты на управление и снизить долю материальных затрат. Примером одного из успешных решений по внедрению технологий цифровизации энергетики является использование методов, базирующихся на комплексном применении беспилотных летательных аппаратов и технологий машинного зрения.

Ключевые слова: мониторинг, диагностика, солнечные электростанции, фотоэлектрические модули, беспилотные летательные аппараты, нейронные сети, машинное зрение.

Abstract. The most important element for the effective implementation of the National Program "Digital Economy" is to increase the efficiency and sustainability of the functioning of energy industry enterprises through the implementation of digital transformation measures. The implementation of the results of these measures will increase labor productivity, reduce unit management costs and reduce the share of material costs. An example of one of the successful solutions for the introduction of energy digitalization technologies is the use of methods based on the integrated use of unmanned aerial vehicles and machine vision technologies.

Key words: monitoring, diagnostics, solar power plants, photovoltaic modules, unmanned aerial vehicles, neural networks, machine vision.

Введение. Внедрение цифровых технологий в энергетическую отрасль позволяет не только автоматизировать и систематизировать технологии генерации, распределения и мониторинга, но и минимизировать и оптимизировать человеческий труд, что, в конечном итоге, комплексно отразится на всей отрасли [1–3]. Одним из успешных примеров внедрения технологий цифровизации энергетики является использование методов, базирующихся на применении беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Основными направлениями использования данных технологий является: воздушная диагностика объектов распределительной инфраструктуры, тепловизионное обследование инженерных сооружений, мониторинг состояния поверхностей элементов электросетевого хозяйства и т. д. Для реализации процедур мониторинга, БПЛА оснащают специализированной полезной нагрузкой: видео-, мультиспектальной или инфракрасной камерой, а также опционально вычислительным устройством, позволяющим непосредственно на борту выполнять высокопроизводительные расчеты (например, распознавание изображений в режиме реального времени) [4].

В процессе эксплуатации промышленных солнечных электростанций (СЭС) систематически возникают проблемы, связанные с загрязнением и повреждением фотоэлектрических модулей, что существенно снижает их энергетическую эффективность и влечет за собой финансовые потери компаний, обслуживающих станции. В связи с этим, перед руководством компаний стоит задача – производить систематический мониторинг и диагностику состояния поверхности фотоэлектрических модулей. Выполнение данных процедур позволит оперативно реагировать и устранять возникающие проблемы, что приведет к увеличению энергоэффективности станции.

Технология мониторинга фотоэлектрических модулей

Мониторинг и диагностика состояния поверхности фотоэлектрических модулей являются актуальными задачами для всех промышленных СЭС мира и уже имеют ряд основных традиционных решений, например: визуальный осмотр поверхности фотоэлектрических модулей персоналом СЭС, измерение и контроль электрических параметров посредством установки специализированных датчиков, фотофиксация поверхности модулей при помощи беспилотных летательных аппаратов с последующей ручной обработкой фото и видео материалов [5]. Данные решения являются недостаточно эффективными и их использование сопряжено с большими временными и финансовыми затратами, ввиду необходимости установки специализированных датчиков в каждый из стрингов модулей и схемной переконфигурации станции, либо «ручного» осмотра всех модулей на территории СЭС.

Таким образом, возникает необходимость в разработке новых способов и подходов к диагностике и мониторингу поверхности фотоэлектрических модулей, базисом которых должны являться новые технологии, полностью или частично лишенные указанных выше недостатков. Ввиду чего, было принято решение рассмотреть возможность автоматизации технологии мониторинга за счет комбинированного использования развитых технологий машинного зрения, основанных на применении нейронных сетей (НС), с уже зарекомендовавшими себя в различных сферах промышленности БПЛА. Общий вид предлагаемой технологии автоматизированного мониторинга представлен на рис. 1.

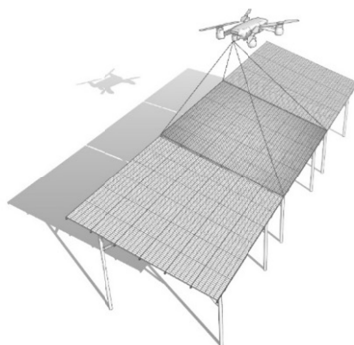


Рис. 1. Видеофиксации фотоэлектрических модулей БПЛА

Разработка автоматизированного комплекса сопряжена с созданием нейронной сети, основная задача которой заключается в выявлении проблемных участков СЭС посредством использования технологий машинного зрения и нейросетевой классификации. Наиболее высокую точность распознавания объектов на изображениях, по сравнению с нейросетями других типов, показывают сверточные нейронные сети глубокого обучения [6, 7]. В настоящее время разработано довольно большое количество алгоритмов сверточных нейронных сетей. В ходе исследования данные алгоритмы были проанализированы на предмет скорости и точности работы, а также требуемых аппаратных мощностей детектирования загрязнений, затенений и повреждений поверхности фотоэлектрических модулей. В результате анализа было установлено, что для решения задачи мониторинга солнечной электростанции наиболее оптимальным является алгоритм InceptionV2, как наиболее точный и не ресурсоемкий среди прочих.

Заключение. Предварительные тесты показали, что точность классификации составляет не менее 95 %. Кроме этого, к достоинствам комплекса можно отнести простоту внедрения на существующих промышленных СЭС. Это связано с тем, что его функционирование не требует дополнительных конструктивных изменений в существующем проекте станции. Техничко-экономические расчеты внедрения данного решения, показывают, что использование предлагаемого комплекса позволит увеличить энергетическую эффективность электростанции на 2 % за счет своевременной диагностики и оперативного предоставления информации обслуживающему персоналу.

Работа была выполнена при поддержке «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонда содействия инновациям).

ЛИТЕРАТУРА

1. Lange S., Pohl J., Santarius T. Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? // Ecological Economics. – 2020. – Т. 176. – Р. 106–760.
2. Baidya S. et al. Reviewing the opportunities, challenges, and future directions for the digitalization of energy // Energy Research & Social Science. – 2021. – Т. 81. – Р. 102–243.
3. Dorokhova M. The digitalization of energy systems: towards higher energy efficiency. – EPFL, 2021.

4. Raeva P. L., Šedina J., Dlesk A. Monitoring of crop fields using multispectral and thermal imagery from UAV //European Journal of Remote Sensing. – 2019. – Т. 52. – №. sup1. – P. 192–201.

5. Kuznetsov P. N., Kotelnikov D. Y. Automated complex of intelligent monitoring of a solar power plant // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 2094. – №. 5. – P. 052–025.

6. Russakovsky O. et al. Imagenet large scale visual recognition challenge // International journal of computer vision. – 2015. – Vol. 115. – No. 3. – P. 211–252.

7. Bui H. M. et al. Object recognition using deep convolutional features transformed by a recursive network structure. IEEE Access. – 2016. – Vol. 4. – P. 10 059–10 066.

УДК 625.7

**МЕТОДОЛОГИЯ СБОРА И АНАЛИЗА BIG DATA
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАФИКА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММАХ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТРАНСПОРТНЫХ
ИНЖЕНЕРОВ**
**METHODOLOGY FOR COLLECTING AND ANALYZING OF VEHICLE TRAFFIC
BIG DATA IN EDUCATIONAL PROGRAMS FOR THE TRAINING OF
TRANSPORT ENGINEERS**

Кутейников И.А., старший преподаватель кафедры «Высшая математика»,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
(МАДИ), Москва, ivankuteynikov09@gmail.com

Доткулова А.С., старший преподаватель кафедры «Высшая математика»,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
(МАДИ), Москва, asoll05@inbox.ru

Kuteynikov I.A., Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics,
Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow
ivankuteynikov09@gmail.com

Dotkulova A.S., Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics,
Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow
asoll05@inbox.ru

Аннотация. Интеллектуальные транспортные системы являются неотъемлемой частью развития и цифровизации современных мегаполисов. Создание цифровых двойников является приоритетной задачей для мониторинга, анализа и прогнозирования поведения транспортной системы. Для этого требуется организовать сбор данных. При этом различные виды датчиков генерируют большой объем данных – Big Data, требующий мониторинга и анализа. Все это ставит перед государством и бизнесом задачу подготовки высококвалифицированных кадров, имеющих компетенции не только в сфере автотранспортного комплекса, но и работы с Big Data.

Ключевые слова: транспортные потоки, Big Data, мобильные сенсоры, анализ данных, интерактивные системы обучения.

Abstract. Intelligent transport systems are an integral part of the development and digitalization of modern megacities. The creation of digital twins is a priority task for monitoring, analyzing and predicting the behavior of the transport system. This requires data collection. At the same time, various types of sensors generate a large amount of data – Big Data, which requires monitoring and analysis. All this puts before the state and business the task of train-