

ИНДУСТРИЯ 4.0 В АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

INDUSTRY 4.0 IN AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF POWER GENERATION

**I. Safarov
E. Zakharova
A. Ziyatdinov
A. Minniakhmetov
R. Iskandarov
I. Laptev**

Summary: The article presents the definition of industry 4.0. Digital technologies, which are part of smart industry technologies, have been determined. Such technologies are: Internet of things, Big Data, artificial intelligence, cloud computing. Potential, prospects, advantages and disadvantages of Digital technologies for creation of power generation control systems are considered. Methods of implementation of Industry 4.0 in automated production processes are considered. Examples of implementation of Industry 4.0 at Heat and Power Plants and Nuclear Power Plants are considered.

Keywords: Industry 4.0, digital technology, Internet of things, Big Data, artificial intelligence, cloud computing, automation of technological processes of production.

В последние годы Индустрия 4.0 получила большое внимание как новое направление в промышленности. Она представляет собой революционное изменение традиционных методов производства и управления производством, позволяя интегрировать цифровые технологии в технологические процессы [1,2]. В данной статье мы рассмотрим возможности применения Индустрии 4.0 в автоматизации технологических процессов производства электроэнергии.

Согласно докладом Организации Объединенных Наций с конференций по промышленному развитию и по торговле и развитию, а также обзорам и исследованиям других организаций, к ключевым технологиям, форми-

Сафаров Ильдар Мирсаяфович
к.т.н., доцент, Казанский государственный энергетический университет
ildarsafarov@mail.ru

Захарова Евгения Викторовна
Казанский государственный энергетический университет
evgzakharova45@yandex.ru

Зиятдинов Азат Альбертович
Казанский государственный энергетический университет
azatziat16@yandex.ru

Минниахметов Айнур Марсович
Казанский государственный энергетический университет
aynur.minniakhmetov@mail.ru

Искандаров Роман Федорович
Казанский государственный энергетический университет
irf2001@mail.ru

Лаптев Илья Андреевич
Казанский государственный энергетический университет
laptevilya@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности, преимущества и недостатки применения Индустрии 4.0 в автоматизацию технологических процессов производства электроэнергии. Обсуждаются возможности и перспективы применения цифровых технологий, таких как Big Data, интернет вещей, искусственный интеллект и облачные вычисления в управлении процессами генерации электроэнергии. Рассматриваются методы реализации Индустрии 4.0 в автоматизированных процессах производства электроэнергии. Также в статье рассмотрены примеры реализации Индустрии 4.0 на Теплоэлектроцентралях и Атомных электростанциях.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровые технологии, интернет вещей, Big Data, искусственный интеллект, облачные вычисления, автоматизация технологических процессов производств.

рующим умную промышленность (она же Индустрия 4.0), относятся, помимо прочих, Big Data, интернет вещей (IoT от Internet of Things), искусственный интеллект (ИИ или AI от Artificial Intelligence) и облачные вычисления [3–5]. Применение именно этих технологий и будет рассмотрено далее.

В современных условиях производство электроэнергии с помощью традиционных методов стало недостаточно эффективным, и требуется использование новых технологий, таких как Индустрия 4.0. Сегодня многие теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и атомных электростанциях (АЭС) уже начали применять технологии Индустрии 4.0 для улучшения своих производственных процессов.

Одним из примеров использования Индустрии 4.0 на ТЭЦ является мониторинг состояния оборудования с помощью сенсоров и анализа получаемых данных. С помощью интернета вещей, множество сенсоров и других устройств могут собирать данные о работе оборудования, а затем анализировать их с помощью алгоритмов машинного обучения. Такой подход позволяет диагностировать проблемы с оборудованием задолго до того, как они станут критическими и потенциально приведут к аварии. Также, с помощью Индустрии 4.0 можно оптимизировать процессы на ТЭЦ, например, автоматизировать производственные операции, управлять энергоэффективностью и экономить ресурсы. Кроме того, внедрение Индустрии 4.0 на ТЭЦ может снизить количество персонала, необходимого для управления производством, а также сократить время на обслуживание оборудования и производственных процессов. В итоге, внедрение Индустрии 4.0 на ТЭЦ позволяет повысить эффективность работы, снизить затраты и сделать производство более экологичным.

Концепция Индустрии 4.0 предполагает не только внедрение новых технологий, но и изменение подходов к управлению производством. Важным элементом в этой концепции является цифровизация производства, то есть создание цифровой копии предприятия, которая в режиме реального времени отображает все процессы, происходящие на производстве.

В качестве примера применения технологий Индустрии 4.0 на производстве следует упомянуть об автоматизированном складе, в котором применяются автономные транспортные средства, управляемые искусственным интеллектом [6]. Также одним из практических примеров внедрения является использование облачных технологий для управления производством [7].

Что касается преимуществ от применения Индустрии 4.0 в автоматизации технологических процессов, это прежде всего экономические и технические преимущества, которые заключаются в повышении производительности за счет сокращения времени настройки оборудования и улучшения качества продукции за счет использования системы мониторинга и контроля [8].

Несмотря на преимущества от применения Индустрии 4.0, нельзя не отметить вызовы и проблемы, связанные с её внедрением — это высокие затраты на обновление оборудования, проблемы совместимости различных систем и уязвимость информационной безопасности.

В рамках Индустрии 4.0 автоматизация технологических процессов становится еще более важной и сложной задачей. Системы управления производством должны

быть способны адаптироваться к изменениям в реальном времени, чтобы удовлетворять требованиям рынка и повышать эффективность производства. В этом контексте развитие технологий IoT играет важную роль.

IoT в контексте Индустрии 4.0 означает, что все оборудование и устройства, используемые на производстве, соединены в единую сеть. Каждое устройство может обмениваться данными и получать команды от других устройств, а также от систем управления [9]. Это позволяет создавать более гибкие и эффективные производственные процессы.

В частности, в автоматизации технологических процессов с помощью IoT возможно использовать датчики, которые собирают данные о состоянии оборудования и производственных процессов в реальном времени. Эти данные затем могут быть анализированы системами AI для выявления проблем и оптимизации производства. Например, системы AI могут автоматически определять оптимальные настройки оборудования и производственных процессов для достижения наилучших результатов.

Также IoT позволяет создавать сети «умных» объектов, включая «умные» датчики, «умные» станки и роботы. Эти объекты могут быть управляемыми и программируемыми удаленно, что позволяет быстро реагировать на изменения в производственных процессах и эффективно управлять производством.

Примером применения IoT в автоматизации технологических процессов является система управления производством Smart Factory, разработанная компанией Bosch (Германия) [10]. Smart Factory соединяет в единую сеть все производственное оборудование и устройства, используемые на производстве. Система собирает данные о производственных процессах в реальном времени и использует системы AI для оптимизации производства.

Следует отметить, что применение IoT в автоматизации технологических процессов является одним из наиболее перспективных направлений развития Индустрии 4.0. С помощью интернета вещей можно собирать данные о работе оборудования, производственных процессах и других параметрах, а затем использовать их для принятия решений и оптимизации производства. Кроме того, IoT позволяет мониторить состояние оборудования в режиме реального времени, быстро реагировать на возможные проблемы и устранять их до того, как они приведут к аварии. Такой подход повышает надежность работы оборудования, уменьшает расходы на его обслуживание и ремонт, а также увеличивает производительность и эффективность производства в целом.

Другой пример использования технологий Индустрии 4.0 в автоматизации технологических процес-

сов — это применение различных датчиков и сенсоров для мониторинга состояния оборудования и процессов. Например, сенсоры вибрации могут использоваться для обнаружения неисправностей в механизмах, а термометры — для контроля температуры в процессе. Эти данные могут быть использованы для предотвращения аварийных ситуаций, оптимизации производственных процессов и улучшения эффективности.

Важным аспектом Индустрии 4.0 в автоматизации технологических процессов является сбор и анализ больших объемов данных. С помощью систем сбора данных, таких как SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), можно собирать данные из различных источников, включая датчики, устройства управления и другие системы, и анализировать их с помощью алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта. Это позволяет предсказывать возможные проблемы в производстве и принимать меры по их предотвращению, а также улучшать производственные процессы и повышать эффективность.

Кроме того, Индустрия 4.0 предлагает новые возможности для оптимизации и автоматизации логистических процессов. Например, автономные транспортные системы могут использоваться для перемещения грузов внутри завода или на складах. Также возможно использование дронов для мониторинга состояния инфраструктуры и быстрого реагирования на возможные проблемы.

Наконец, Индустрия 4.0 также предлагает новые возможности для взаимодействия между человеком и технологиями в производственной среде. Одним из примеров является использование виртуальной и дополненной реальности для обучения персонала, симуляции производственных процессов и создания интуитивно понятных интерфейсов управления.

Таким образом, Индустрия 4.0 предлагает широкий спектр возможностей для автоматизации технологических процессов в различных отраслях, включая производство, транспорт, сельское хозяйство и многие другие.

Существует несколько методов реализации Индустрии 4.0 в автоматизации технологических процессов. Один из них — использование цифровых двойников. Цифровой двойник — это цифровая копия реального объекта, которая позволяет отслеживать его состояние и производить моделирование процессов. В промышленности цифровые двойники могут быть использованы для управления производственными процессами и предсказания возможных проблем. Например, цифровой двойник конвейера может показать, как изменение скорости конвейера повлияет на время производства, анализируя данные о скорости, нагрузке и других факторах.

Еще один метод — это использование систем ИИ. Системы ИИ могут обрабатывать огромные объемы данных и использовать их для оптимизации производства. Например, система ИИ может анализировать данные об энергопотреблении и использовании сырья в реальном времени и подстраивать производственные процессы для уменьшения затрат и улучшения эффективности. Она также может предсказывать возможные поломки оборудования и предлагать решения для их предотвращения.

Использование Индустрии 4.0 в автоматизации технологических процессов позволяет существенно улучшить производительность и снизить затраты на производство. Однако, это требует значительных инвестиций в обновление технологий и обучение персонала. Кроме того, необходимо обеспечить защиту от кибератак и обеспечить конфиденциальность данных, так как Индустрия 4.0 связывает физический и цифровой миры, что увеличивает риск кибератак и утечек данных.

Учитывая вышесказанное, можно смело утверждать, что Индустрия 4.0 является неизбежным шагом в развитии автоматизации технологических процессов. Она позволяет существенно повысить эффективность и производительность производства, улучшить качество продукции и снизить затраты на производство. Однако, для ее реализации необходимо использовать значительные инвестиции в обновление технологий и обучение персонала. Внедрение Индустрии 4.0 требует значительных финансовых затрат на приобретение нового оборудования, разработку и внедрение программного обеспечения, а также обучение персонала новым технологиям и методам работы. Кроме того, необходимо учитывать потенциальные риски и угрозы, связанные с внедрением новых технологий, например, утечки данных, кибератаки и другие проблемы информационной безопасности. Поэтому, перед внедрением Индустрии 4.0 необходимо провести тщательный анализ рисков и оценить потенциальную выгоду от ее внедрения. В итоге, хотя внедрение Индустрии 4.0 может быть выгодным для производства, необходимо тщательно подходить к выбору технологий и оценке их эффективности и безопасности.

Кроме того, реализация Индустрии 4.0 в области автоматизации технологических процессов производств (АТПП) также позволяет улучшить экологические показатели производства. Это достигается благодаря использованию сенсоров и систем мониторинга, которые позволяют оптимизировать потребление энергии, а также контролировать выбросы вредных веществ. Таким образом, Индустрия 4.0 способствует устойчивому развитию производства.

Однако, при реализации Индустрии 4.0 в АТПП существуют и некоторые проблемы. Во-первых, стоимость внедрения новых технологий может быть довольно вы-

сокой, что создает дополнительные финансовые затраты для компаний. Во-вторых, необходимо учитывать проблемы кибербезопасности, которые могут возникнуть при использовании новых технологий.

Таким образом, реализация Индустрии 4.0 в области АТПП имеет множество преимуществ, которые могут улучшить эффективность и устойчивость производства. Однако, при этом необходимо учитывать и ряд проблем, которые могут возникнуть при внедрении новых технологий. Решение этих проблем позволит компаниям получить максимальную выгоду от реализации Индустрии 4.0 в АТПП.

Индустрия 4.0 представляет собой новую эпоху в развитии производства, которая основывается на использовании новых технологий и цифровизации производственных процессов. В АТПП реализация Индустрии 4.0 позволяет увеличить эффективность производства, улучшить качество продукции и сократить затраты на производство.

Одним из основных преимуществ Индустрии 4.0 в АТПП является возможность автоматизировать производственные процессы с использованием различных сенсоров, систем мониторинга и аналитических инструментов. Это позволяет повысить точность контроля за производственными процессами и улучшить управление производством в целом. Например, автоматизация производственных процессов с помощью промышленных роботов и умных машин может значительно снизить количество ошибок и повысить эффективность производства.

Наконец, использование аналитических инструментов и машинного обучения позволяет анализировать и прогнозировать данные о производственных процес-

сах, что может помочь в оптимизации и улучшении производства в целом.

Кроме того, использование сенсорных технологий, IoT и системы управления производственными данными (MES) позволяет собирать и анализировать большое количество информации о производственных процессах в режиме реального времени. Это помогает быстро обнаруживать проблемы и недостатки, а также принимать быстрые и точные решения по улучшению производства.

Для успешной реализации концепции Индустрии 4.0 в автоматизации технологических процессов необходимо учитывать как технические, так и организационные аспекты. В частности, для этого потребуется существенная перестройка организации производства, внедрение новых бизнес-моделей и изменение корпоративной культуры. Также необходимо учитывать вопросы безопасности и защиты данных, так как увеличивается количество устройств, подключенных к сетям, и это может привести к увеличению уязвимостей и рисков.

В заключении можно отметить, что Индустрия 4.0 является перспективным направлением развития автоматизации технологических процессов и производства. Она предлагает новые подходы к организации производства, повышению эффективности и качества продукции, а также сокращению затрат и времени на производство. Однако для успешной реализации концепции необходимо учитывать как технические, так и организационные аспекты, а также вопросы безопасности и защиты данных. Благодаря современным технологиям и научным разработкам, Индустрия 4.0 имеет огромный потенциал для того, чтобы изменить промышленность и улучшить жизнь людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.З. Евсеев, М.М. Зайцева, В.В. Косенко, А.А. Котесова, Т.К. Шульга Индустрия 4.0 и автомобильный транспорт // Инженерный вестник Дона, 2018, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4919.
2. А.Э. Саак, Е.В. Пахомов Ключевые технологии Индустрии 4.0, Общества 5.0, Экономики 3.0 // Инженерный вестник Дона, 2020, No2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2020/6324.
3. United Nations Industrial Development Organization, 2019. Industrial Development Report 2020. Industrializing in the digital age. Vienna. 228 p.
4. UNCTAD (2017). Information Economy Report 2017: Digitalization, Trade and Development. United Nations. Sales No: E.17.II.D.8. Geneva. 130 p.
5. UNCTAD (2018). Digital Economy Report 2019 — Value Creation and Capture: Implications for Developing Countries. United Nations publication. Geneva. 194 p.
6. Чухланцев Е.С., Максимова В.В. Разработка автоматизированной системы управления складом // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2015. №16. С. 98–105.
7. Давыдов Д.С., Кашевник А.М., Косицын Д.П., Шабаетов А.И., Шабалина И.М. Разработка платформы планирования производства с использованием технологий «облачных вычислений» // Информатика и автоматизация. 2012. №. 23. С. 416–430.
8. Денисенко В.Ю. Автоматизация производственных бизнес-процессов в условиях Индустрии 4.0 на промышленных предприятиях // Вопросы инновационной экономики. 2020. №2. С. 1007–1014.
9. Алгулиев Р., Махмудов Р. Интернет вещей // Информационное общество. 2013. №. 3. С. 42–48.
10. Грязнов С.А. Время производственных инноваций — интеллектуальная фабрика // VII Международная научная конференция «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности». Казань: ООО «Конверт», 2021. С. 154–155.

© Сафаров Ильдар Мирсаяфович (ildarsafarov@mail.ru); Захарова Евгения Викторовна (evgzakharova45@yandex.ru);
Зиятдинов Азат Альбертович (azatziat16@yandex.ru); Миннихметов Айнура Марсович (aynur.minniakhmetov@mail.ru);
Искандаров Роман Федорович (irf2001@mail.ru); Лаптев Илья Андреевич (laptevilya@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»