

УДК 621.311.001.57

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ  
ДВОЙНИКОВ**  
**INTELLECTUALIZATION OF POWER ENGINEERING ON THE BA-  
SIS OF DIGITAL DOUBLES**

Д.Н. Романюк

Научный руководитель – Т.Ф. Манцерова, к.э.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
[dmitritrom@gmail.com](mailto:dmitritrom@gmail.com)

D. Romaniuk

Supervisor – T. Mantserova, candidate of economic sciences, associate professor,  
the head of department «Economics and organization of power engineering»  
Belarusian national technical university  
Minsk, the Republic of Belarus

***Аннотация:** В работе рассмотрена модель «цифровой двойник» как один из актуальных трендов в области цифровизации энергетики. Определены принципы работы, преимущества и перспективы внедрения системы в Республике Беларусь.*

***Abstract:** The article considers the model of «digital double» as one of the actual trends in the field of digitalization of energy. The principles, advantages and prospects of the system introduction in the Republic of Belarus have been determined.*

***Ключевые слова:** энергетика, цифровизация, интеллектуализация, цифровой двойник, СИМ.*

***Key words:** power engineering, digitalization, intellectualization, digital double, СИМ.*

### **Введение**

В условиях полномасштабного перехода национальной экономики к инновационному развитию актуальность приобретает внедрение информационных технологий в организацию деятельности различных комплексов. Одним из основополагающих видов экономической деятельности в Республике Беларусь является энергетика, что обуславливает необходимость оптимизации её деятельности на базе современных цифровых решений.

Целью данной работы является определение перспектив создания цифрового двойника энергосистемы Республики Беларусь в целях интеллектуализации производственных процессов предприятий энергетического комплекса.

### **Основная часть**

Процесс цифровизации для экономики в целом определён как системный подход к использованию информационных технологий, цифровых ресурсов и потоков данных для увеличения производительности труда и повышения экономической эффективности деятельности. Отдельные элементы цифровых систем активно внедряются в деятельность различных сфер экономики. Однако

наиболее актуальным считается комплексное управление цепочкой создания стоимости на протяжении всего жизненного цикла продукции.

Цифровой двойник – модель, отображающая совокупность компонентов системы в их взаимосвязи в жизненном цикле продукции с использованием физических данных реального объекта, виртуальных данных и данных их взаимодействия.

Создание цифровых двойников построено на принципах цифровой обработки данных.



Рисунок 1 – Принцип построения цифровых двойников

Данные, получаемые от объекта, в режиме реального времени используются математической моделью для точного описания работы, моделирования режимов с целью оптимизации управления. Для этого используются технологии машинного обучения, элементы искусственного интеллекта и компьютерной аналитики. Развитие технологии «цифровой двойник» обусловило формирование нескольких типов: цифровой двойник объекта, цифровой двойник процесса, цифровой двойник системы.

Целью создания цифрового двойника энергосистемы является объединение данных об отдельных элементах системы для их синхронизации, обработки и обеспечения принятия оптимальных решений с учётом текущего состояния сети для обеспечения её нормального функционирования и управления.

Специфика деятельности энергетики и энергии как результата деятельности определяет принципы формирования цифровых двойников систем. Отличия в технологических процессах на различных этапах цепи «генерация-преобразование-передача-распределение-потребление» требует унификации используемых данных. Ядром цифрового двойника энергосистемы является Common Information Model (CIM) – набор открытых стандартов для описания электроэнергетических систем. Данная модель описывает основные элементы системы, их свойства и связи между ними в виде общих определений и понятий. Внедрение данной системы обеспечивает ликвидацию разнородности данных и улучшение качества предоставляемой информации об оборудовании объ-

ектов, а также позволяет интегрировать различные программные комплексы в единую систему. СИМ утверждена Международной электротехнической комиссией в 2005 г. в виде стандартов МЭК 61970/61968. Первые шаги по внедрению СИМ в Республике Беларусь предприняты в 2022 г. путём утверждения СТП 33240.01.108-22 «Определение единой информационной модели электрической сети в сочетании с единой системой идентификации объектов модели и единой системой управления нормативно-справочной информацией». Данный документ является основой создания СИМ Белорусской энергосистемы.

Интеграция данных при помощи СИМ с автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП) и автоматизированными системами диспетчерского управления (АСДУ) позволяет осуществлять интеллектуальное управление активами, режимами сети, повысить устойчивость работы технологического оборудования путём внедрения возможности предикативного анализа на базе трендов, раннего обнаружения нарушений в нормальной работе, планирования ремонтов и др. В условиях формирования межгосударственных рынков большую актуальность приобретает внедрение систем автоматического регулирования частоты и перетоков мощности (САРЧМ) для поддержания сальдо перетоков с учётом режимов работы. В результате обеспечивается высокая степень надёжности деятельности системы, и как результат, устойчивое снабжение конечных потребителей электроэнергией соответствующего качества.

Алгоритм создания цифрового двойника энергетической системы представляет собой четырёхэтапный процесс: концепция, подготовка, реализация, внедрение. (рисунок 2).

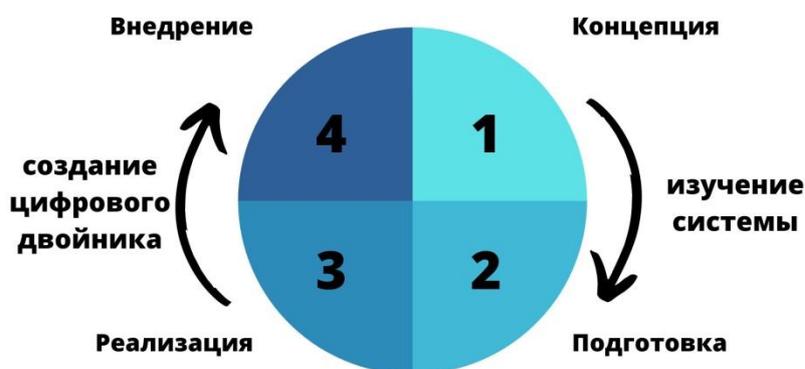


Рисунок 2 – Алгоритм создания цифрового двойника

Первый этап заключается в обозначении целей создания цифрового двойника, определении форм и концепта его реализации, проведении анализа рынка программного обеспечения (ПО) и оборудования, составлении плана разработки и внедрения цифрового двойника. Результатом данной стадии является определение технического задания для разработки системы и её технико-экономических показателей. Второй этап представляет собой создание структуры системы, разработку первичных элементов и установление структурной свя-

зи между ними, что позволяет определить конкретные требования к ПО и оборудованию. На третьем этапе на основе уже реализованных решений система готова к опытной эксплуатации, анализу работы и устранения нарушений, после чего система вводится в промышленную эксплуатацию в интеграции с реальными объектами. На данный момент создание цифровых двойников в энергосистеме Республики Беларусь находится на этапе разработке концепции и формировании нормативных основ для функционирования комплекса.

Преимущества использования цифрового двойника:

- Высокая эксплуатационная надёжность и устойчивость;
- Интеллектуальное управление активами;
- Оптимизация эксплуатационных расходов;
- Повышение эффективности использования ресурсов;
- Повышение эффективности технологических процессов;
- Повышение эффективности управления и операционной аналитики;
- Устранение дублирования функций.

### **Заключение**

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внедрение технологии цифровых двойников в деятельность Белорусской энергосистемы – необходимый шаг для обеспечения её устойчивого развития. Применение системного подхода к его формированию позволит в значительной мере оптимизировать работу оборудования, снизить издержки на эксплуатацию и управление, что приведёт к повышению устойчивости системы.

### **Литература**

1. Булатов, Ю. Н. Применение технологий цифровых двойников в энергетике / Ю. Н. Булатов, К. Е. Короткова // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2021. – Т. 1. – С. 103-112.
2. Мухлина, Е. С. Будущее цифровых двойников в энергетике / Е. С. Мухлина, А. Г. Логачева // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике : Материалы XV Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 21–22 октября 2020 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. – С. 354-356.