

Серебренов Тимофей Владимирович

курсант

Туренко Владислав Витальевич

курсант

Филиал ФГКВОУ ВО «Военная академия
Ракетных войск стратегического назначения
им. Петра Великого» Минобороны России
г. Серпухов, Московская область

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРЫ УНИВЕРСИТЕТА КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

***Аннотация:** в статье рассматривается тема создания и внедрения цифрового двойника энергоинфраструктуры университетского кампуса как элемента цифровой трансформации вуза. Авторы обосновывают актуальность проекта необходимостью замещения устаревших информационных систем и повышения энергоэффективности. Описывается архитектура решения: от сбора данных с датчиков и приборов учета до построения гибридной модели и организации замкнутого контура управления. Приводится пример пилотного внедрения в учебном корпусе с оценкой экономического эффекта. Подчеркивается дополнительная ценность проекта как базы для практико-ориентированного обучения студентов инженерным компетенциям.*

***Ключевые слова:** цифровой двойник, энергоменеджмент, умный кампус, мониторинг, предиктивная аналитика, проектное обучение.*

1. Стратегический контекст: цифровая трансформация и инфраструктура идут парой.

В вузах инфраструктура часто живет по принципу «пока не сломалось – не трогай». Показания снимают раз в месяц, режимы вентиляции и отопления правят вручную, а проблемы всплывают, когда аудитория уже жалуется. Но

цифровая трансформация вузов сегодня обсуждается не как «добавить сервисы», а как перестройка управления. В материалах конференции «Цифровизация университета» прямо отмечено: университеты в программах развития «уделили особое внимание политике в области цифровой трансформации» [1]. Там же сформулирован неприятный, но честный мотив: вузы «столкнулись с крайне актуальной необходимостью замещения существующих информационных систем» [1].

Поэтому логично выбирать такие цифровые проекты, где результат виден сразу. Энергоинфраструктура – как раз тот случай: эффект можно измерять в киловатт-часах и рублях, а данные – собирать без промышленной тайны.

2. Корректность идеи: российский стандарт и принцип «модель + двусторонняя связь».

Опора на российские источники здесь важна не формально. На странице НЦМУ СПбПУ приводится определение из ГОСТ Р 57700.37–2021: цифровой двойник – это «система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей» [7]. Для кампуса мы переносим именно этот принцип: есть модель потребления и есть двусторонний обмен – данные от счетчиков/датчиков и команды (или рекомендации) назад в эксплуатацию.

В публикации СПбПУ со ссылкой на Росстандарт отмечено, что ГОСТ Р 57700.37–2021 «является полностью отечественной разработкой» [6]. А в интервью Центра НТИ дополнительно подчеркнуто: «впервые в мире вводится нормативный документ», сфокусированный на применении технологии цифровых двойников [5].

3. Техническое решение: как собрать двойник без «большой стройки».

Система строится по модульной схеме – так ее проще внедрять по корпусам и обслуживать силами ИТ-службы.

3.1. Сбор данных. Базовый набор: коммерческий учет на вводе, по возможности – учет по корпусам/этажам, плюс датчики для «слепых зон» (температура, CO₂, состояние вентиляционных установок). Шаг 1–5 минут.

3.2. Платформа данных. Единый журнал временных рядов, справочник оборудования и событий (ремонт, настройка, замена датчика). Без этого любые графики быстро теряют смысл.

3.3. Модель и правила. На старте – эталонный профиль потребления по дням недели и часам с учетом расписания. Далее добавляются простые правила (например, «вентиляция ночью не должна работать как днем») и модули поиска аномалий.

3.4. Контур решений. Выход – не «автопилот», а список действий: проверить узел, изменить расписание, назначить обход, подтвердить/опровергнуть гипотезу.

4. Где именно оптимизация: гибридный подход и проверка эффекта.

Оптимизация начинается, когда система умеет не только показывать отклонение, но и закрывать цикл: «обнаружили → сделали действие → проверили эффект». В отечественной практике гибридные подходы уже описаны: в новости СПбПУ говорится о «гибридном алгоритме» (физические модели + нейросетевые методы) [8]. Там же приведен конкретный результат: «цифровые двойники уже сделаны для 6 ТЭЦ Северо-западного региона» [8]. Для кампуса мы используем ту же логику, только проще: физическая часть нужна для объяснимости, а обучаемая – для раннего обнаружения нетипичных режимов.

5. Практический пример: пилот в одном корпусе за семестр.

Сценарий пилота рассчитан на один учебный семестр и минимальные закупки.

Отправная точка – отечественные решения по мониторингу в бюджетных учреждениях. В работе МЭИ описана информационная система «для автоматизации... цепочки сбора, хранения и обработки информации о потреблении энергоресурсов в крупном бюджетном образовательном учреждении» [4].

Объект: учебный корпус 18–22 тыс. м². Данные: учет на вводе + датчики температуры/CO₂ в типовых аудиториях (15–20 точек) + сигналы о режиме вентиляции. Задача: снизить ночную базовую мощность и убрать лишнюю работу вентиляции.

Показатель	До (4 недели)	После (4 недели)
Средняя ночная мощность, кВт	95	78
Работа вентиляции ночью, % времени	82	35
Оценка экономии за 4 недели, кВт·ч	-	≈ 11 400

Как считать экономию без формул: берем разницу ночной мощности (17 кВт) и умножаем на ночные часы и дни. Дальше проверяем, не «переехала» ли нагрузка на другое время. Если графики стали ровнее, а режимы вентиляции соответствуют расписанию – эффект считаем подтвержденным.

6. Учебное применение: кампус как лаборатория для инженерных проектов.

Двойник ценен тем, что превращает инфраструктуру в учебную среду. Студенты видят не абстрактные цифры из учебника, а реальную систему со своими «характерами»: датчики шумят, расписание меняется, люди забывают выключить оборудование.

На этом фоне рекомендации «Социоцентра» звучат очень практично: цифровая экосистема университета должна включать «цифровую инфраструктуру и программы подготовки ИТ-кадров» [2]. Двойник энергоинфраструктуры дает материал для курсовых и ВКР по IoT, аналитике, кибербезопасности, управлению сложными системами – и при этом поддерживает эксплуатацию кампуса.

7. Выводы.

Цифровой двойник энергоинфраструктуры – понятный технический проект, который ложится в стратегическую повестку развития науки и образования: он дает измеримую экономию, повышает управляемость кампуса и создает базу для практико-ориентированного обучения. Ключевое условие успеха – замкнутый цикл «данные → решение → проверка результата» и аккуратное внедрение, начиная с одного корпуса.

Список литературы

1. Конференция «Цифровизация университета»: материалы, 6 июня 2022 г. –

URL: <https://priority2030.ru/upload/medialibrary/a1a/vdz57yqejv6h8opv2omgm28u3>

4 <https://interactive-plus.ru>

dj7xid4/6-iyunya_Konferentsiya_TSifrovizatsiya-universiteta.pdf (дата обращения: 03.03.2026).

2. ФГАНУ «Социоцентр». Методические материалы: рекомендации по цифровой трансформации. – URL: <https://sociocenter.info/upload/iblock/453/a4aie3dgo2tdb58z94bar481onx11sc1.pdf> (дата обращения: 03.03.2026).

3. Программа «Приоритет-2030». Методические рекомендации по подготовке ежегодных отчетов. – URL: <https://priority2030.ru/upload/medialibrary/220/zeglmwvyltpuoyo0u9r2fu2whl2jl5hq/metodicheskie-rekomendatsii-po-podgotovke-ezhegodnykh-otchetov.pdf> (дата обращения: 03.03.2026).

4. Гужов С.В. Мониторинг энергопотребления и внедрения энергосберегающих мероприятий в крупном бюджетном образовательном учреждении / С.В. Гужов, А.А. Кролин. – МЭИ, 2014. – URL: https://mpei.ru/Structure/Universe/peep/structure/hamapai/enmie/employee_performance/2014%20Guzhov%20Krolin.pdf (дата обращения: 03.03.2026).

5. Центр НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии». О разработке национального стандарта «Цифровые двойники изделий»: интервью. – URL: <https://nticenter.spbstu.ru/news/7893> (дата обращения: 03.03.2026).

6. СПбПУ (ИАМТ). Утвержден первый в мире стандарт в области цифровых двойников изделий. Разработка Центра НТИ СПбПУ и РФЯЦ-ВНИИЭФ. – 2021. – URL: https://iamt.spbstu.ru/print/news/utverzghden_pervyy_v_mire_standart_v_oblasti_cifrovyyh_dvoynikov_izdeliy_razrabotka_centra_nti_spbpu_i_rfya_s_vniief.pdf (дата обращения: 03.03.2026).

7. НЦМУ «Передовые цифровые технологии» (СПбПУ). ГОСТ Р 57700.37–2021 и определение цифрового двойника. – URL: <https://ncmu.spbstu.ru/article/gost-cifrovye-dvojniki-izdelij> (дата обращения: 03.03.2026).

8. СПбПУ. Технологии ИИ для решения инженерных задач в реальных отраслях промышленности: новость, 9 окт. 2025. – URL: https://research.spbstu.ru/news/dlya_ii/ (дата обращения: 03.03.2026).

9. Ши Ц. Теоретические аспекты энергетического менеджмента и его развития в перспективе / Ц. Ши // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2025. – №12. – URL: <https://s.vaael.ru/pdf/2025/12-2/4457.pdf> (дата обращения: 03.03.2026).

10. Экономические категории «энергосбережение» и «энергоэффективность» в аспекте ресурсосбережения региональных экономических систем // Вестник Евразийской науки. – 2024. – URL: <https://esj.today/PDF/22ECVN224.pdf> (дата обращения: 03.03.2026).