

*Серебренов Тимофей Владимирович*

курсант

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

**СЕТЕВАЯ УДАЛЕННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ НА ОСНОВЕ  
ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА КАК ИНЖЕНЕРНАЯ ПЛАТФОРМА  
ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

*Аннотация:* в статье рассматривается тема создания удаленных лабораторных комплексов с цифровыми двойниками для технических вузов как решения проблемы дефицита оборудования и ограниченности аудиторного времени. Автор обосновывает актуальность проекта стратегическими документами РФ и нормативно-правовой базой, допускающей сетевые формы реализации образовательных программ. Предлагается архитектурное решение, включающее физический стенд, его цифрового двойника и диспетчер доступа, обеспечивающий безопасную выдачу временных слотов и журналирование действий. На примере лабораторной работы по настройке ПИ-регулятора демонстрируется методика разделения труда: подбор параметров на модели и финальные измерения на реальном оборудовании. Приводятся метрики эффективности и анализируются риски внедрения.

*Ключевые слова:* цифровой двойник, удаленная лаборатория, Интернет вещей, сетевая форма, инженерное образование.

*1. Зачем это нужно сейчас (а не когда-нибудь потом).*

Очные лабораторные в техвузах упираются не в желание студентов, а в физику расписания и стоимость оборудования. Стенды заняты, преподаватель занят, а накладное время (настройка, проверка датчиков, поиск ошибок подключения) съедает практику.

Стратегический контекст задает рамку. В Стратегии научно-технологического развития РФ подчеркивается связка акторов: «...на основе принципов партнерства государства, промышленности, науки и высшего образования...» (п. 28, подп. «е») [1]. Если партнерство – принцип, то инфраструктура должна быть совместно используемой, а не привязанной к конкретной аудитории.

Юридическая опора для совместного использования ресурсов есть: по ст. 15 Закона №273-ФЗ «сетевая форма... обеспечивает возможность освоения... с использованием ресурсов нескольких организаций» (ч. 1) [2]. То есть можно делить лабораторный фонд между организациями – вопрос в том, как это сделать технически и безопасно.

### *2. Ключевая идея и терминологическая точность.*

Предлагаемая конструкция состоит из трех элементов: (1) физический стенд; (2) цифровой двойник стенда; (3) диспетчер доступа, который выдает слоты и фиксирует результаты. Двойник не заменяет эксперимент – он делает его короче и осмысленнее.

Определение «цифрового двойника изделия» в российском стандарте дано предельно конкретно: «Система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей...» (ГОСТ Р 57700.37–2021, п. 3.24) [3]. Это полезный анти-фильтр: если модель не связана данными с объектом, то это симуляция/3D-модель, но не двойник.

Термины для IoT-контуров и их элементов актуализируются в ГОСТ Р 71777–2024 (вводится в действие с 01.02.2025) [4]. Для университетских проектов это важно: одинаковые слова в ТЗ – меньше ломки при интеграции стендов разных производителей.

### *3. Архитектура решения (минимально достаточная).*

Ниже – схема, которую можно реализовать без экзотики: все строится на привычных для промышленной автоматизации слоях «стенд → шлюз → сервер». Основная новизна – в диспетчере доступа и обязательной связке с цифровым двойником.

Таблица 1

<i>Узел</i>	<i>Что делает</i>
Физический стенд	Выполняет эксперимент, отдает телеметрию и видео
Edge-шлюз	Собирает сигналы, обеспечивает защищенные команды
Сервер лаборатории	Слоты доступа, журнал, хранение данных, отчеты

Диспетчер доступа – не приятная опция, а условие работоспособности. Он должен уметь: (а) выдавать временной токен на управление; (б) ограничивать команды и диапазоны параметров; (в) сохранять сырье эксперимента (телеметрия, конфигурация, видео) в журнал.

#### *4. Практический кейс и проверяемый эффект.*

Кейс: лабораторная по настройке ПИ-регулятора скорости двигателя (курсы ТАУ/электропривод). Сначала студент проводит 1–2 прогона на цифровом двойнике (подбирает коэффициенты, видит перерегулирование/затухание), потом получает 10–15 минут на реальном стенде для измерений.

Реалистичность подтверждается российской практикой. В программе развития СПбПУ упоминается оснащение лабораторий оборудованием, «позволяющим реализовывать лабораторные практикумы в удаленном доступе» [5]. В отчете НИУ ВШЭ отмечен кейс, где «...создана лаборатория... позволяющая управлять... роботами из любой точки мира» [6]. СФУ описывает стенд электроприводов, который «обеспечивает возможности выполнения лабораторных работ... с удаленным доступом» [7].

Метрики эффекта (без веры на слово): (1)  $K_u$  – коэффициент использования стенда; (2) среднее число повторов эксперимента; (3) доля отчетов, где выводы согласованы с измерениями (по рубрике преподавателя); (4) число инцидентов безопасности (попытки выйти за пределы команд).

#### *5. Риски внедрения (кратко и по делу).*

Безопасность: удаленный доступ требует сетевой сегментации, аутентификации и журналирования действий. Сетевая форма обучения подразумевает договор и распределение обязанностей – это прямо следует из ст. 15 №273-ФЗ [2].

Методика: если просто дать удаленный доступ к стенду, студенты будут тратить слот на настройку. Нужно честно делить работу: двойник – для подбора и ошибок, стенд – для измерений и реальных ограничений.

Сопровождение: удаленная лаборатория – это не разовая закупка. Нужен регламент калибровки, запасные узлы и ответственный за эксплуатацию.

*Заключение.*

Удаленная лаборатория с цифровым двойником – это не дистанционка вместо практики, а способ сделать практику масштабируемой и совместно используемой. В терминах стратегии это технологическая платформа общего назначения, которая поддерживает и образование (больше реальных измерений на студента), и науку (данные и воспроизводимость эксперимента), и партнерство организаций [1].

***Список литературы***

1. Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». – URL: <https://mvd.consultant.ru/files/1058413> (дата обращения: 03.03.2026).

2. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»: ст. 15. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/499cc91f8e852d6839d4de3b173bb4953a33419c/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/499cc91f8e852d6839d4de3b173bb4953a33419c/) (дата обращения: 03.03.2026).

3. ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/758/75810.pdf> (дата обращения: 03.03.2026).

4. ГОСТ Р 71777–2024 (ИСО/МЭК 20924:2024). Информационные технологии. Интернет вещей. Термины и определения (вводится в действие с 01.02.2025). – URL: [https://meganorm.ru/mega\\_doc/norm\\_update\\_29032025/gost-r\\_gosudarstvennyj-standart/0/gost\\_r\\_71777-2024\\_iso\\_mek\\_20924\\_2024\\_natsionalnyu\\_standart.html](https://meganorm.ru/mega_doc/norm_update_29032025/gost-r_gosudarstvennyj-standart/0/gost_r_71777-2024_iso_mek_20924_2024_natsionalnyu_standart.html) (дата обращения: 03.03.2026).

5. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Программа развития (полный текст, 2024). – URL: [https://www.spbstu.ru/upload/strategy/program\\_full-24.pdf](https://www.spbstu.ru/upload/strategy/program_full-24.pdf) (дата обращения: 03.03.2026).

6. НИУ ВШЭ. Особенности функционирования цифровых кампусов и онлайн-программ магистратуры: анализ российского и зарубежного опыта (2024). – URL: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/951757084.pdf> (дата обращения: 03.03.2026).

7. Сибирский федеральный университет. Стенд приводов Siemens на основе технологий National Instruments с удаленным доступом. – URL: <https://rtc.sfu-kras.ru/info/labs/d235/drives-net> (дата обращения: 03.03.2026).