

*Серебренов Тимофей Владимирович*

курсант

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

## **СУВЕРЕННЫЙ КОНТУР ВОСПРОИЗВОДИМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ДЛЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*Аннотация:* в статье рассматривается практическая проблема инженерных курсов и вычислительных НИР: результат зависит не только от алгоритма, но и от среды запуска, а значит, быстро «протухает». Предложено техническое решение – паспорт вычислительного эксперимента и конвейер автоматического воспроизведения в закрытом, суверенном контуре + CI/CD + реестр артефактов. Показано, какие ошибки устраняются и как организовать проверку работ на потоке без роста нагрузки на преподавателя. Приведен расчетный пример внедрения в лабораторном практикуме.

*Ключевые слова:* воспроизводимость, вычислительный эксперимент, инженерное образование, реестр артефактов, технологический суверенитет, контейнеризация.

### *1. Почему это стало узким местом.*

В университетских проектах «эксперимент» часто распадается на два слоя: (а) сама идея и код; (б) набор мелких настроек, которые живут в голове исполнителя. Пока исполнитель рядом – все работает. Когда он выпустился, проект превращается в архив скриншотов.

Выпускная работа ТГУ фиксирует типовой источник расхождений для учебных задач: «Основная проблема такого рода документов – блоки могут быть расположены и запущены ... в произвольном порядке» [7]. Формально отчет существует, но порядок вычислений и состояние памяти не зафиксированы.

Если смотреть шире, то воспроизводимость – это не академическая прихоть. Стратегия научно-технологического развития РФ прямо связывает научно-технологическое развитие с собственной технологической базой и «первостепенным обеспечением технологического суверенитета страны» [1]. Для вуза суверенитет проявляется в мелочах: где хранятся образы и пакеты, как проверяются результаты, можно ли повторить расчет без внешних сервисов.

Наконец, выбор стека все чаще упирается в регуляторику. В методических рекомендациях по ФГИС «Реестры ПО» сказано, что ПО, включенное в реестр, «признается происходящим из Российской Федерации» [2]. А обзор изменений правил ведения реестра указывает, что «Нововведения вступят в силу 1 марта 2026 г.» [3] и выделяет требование совместимости с «двумя доверенными операционными системами (ОС)» [3]. На кафедре это превращается в прагматику: лучше сразу строить учебные контуры на инструментах, которые можно держать «у себя».

## *2. Техническая идея: паспорт эксперимента и «самопроверка» через CI/CD.*

Предлагаемый «паспорт эксперимента» – это один файл, который задает контракт между входом и выходом. В паспорте фиксируются:

- 1) версия кода;
- 2) версия данных или контрольная сумма;
- 3) среда запуска (образ);
- 4) команда запуска;
- 5) ожидаемые артефакты (имя файлов, лог);
- 6) простые критерии успеха (например, файл создан, размер не нулевой, контрольная сумма совпала).

Далее паспорт подключается к конвейеру CI/CD. Если работа действительно готова, она должна воспроизводиться в чистой среде хотя бы один раз автоматически. Это дисциплинирует и студентов, и научные группы: то, что нельзя воспроизвести автоматически, лучше считать незавершенным.

Почему именно «реестр артефактов» принципиален? В документации GitFlic сказано, что «Репозитории реестра ... позволяют выстроить любую

необходимую структуру хранения файлов» [4]. Это дает возможность хранить контейнеры, пакеты и отчеты в одном контуре. А справочник `gitflic-ci.yaml` прямо определяет artifacts как «список файлов и каталогов, которые будут прикреплены к задаче в случае успеха» [5]. Для учебного процесса это означает: проверка опирается на артефакты запуска, а не на «презентацию».

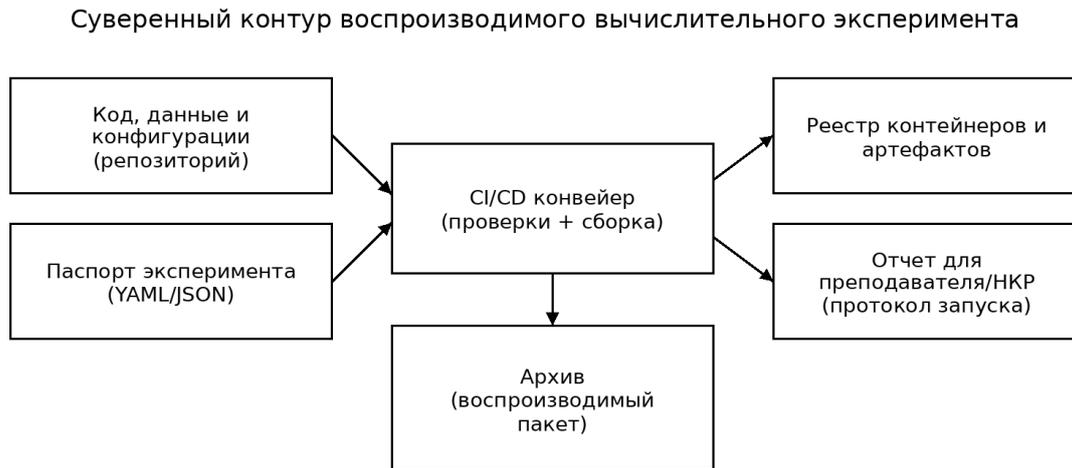


Рис. 1. Контур воспроизводимого эксперимента (схема автора)

### 3. Внедрение в практикум: 5 шагов.

1. Выбрать лабораторную, где результат проверяется автоматически (наличие выходного файла, тесты, контрольная сумма).

2. Создать репозиторий и добавить паспорт эксперимента.

3. Описать конвейер: проверка → сборка среды → запуск → публикация артефактов.

4. Перевести сдачу работы в формат `merge request`: студенты видят, что именно сломалось, по логу.

5. По завершении курса сохранить «воспроизводимый пакет» (паспорт + образ + артефакты) в реестре для повторного использования задания.

### 4. Практический эффект: расчетный пример.

Сценарий: 60 студентов, лабораторная с зависимостями и запуском вычисления. В «ручной» схеме типичная картина – 1–2 часа на установку окружения и устранение несовместимостей. Пусть среднее – 2 часа на студента; итого 120 человеко-часов ( $60 \times 2$ ).

В контуре с паспортом и автоматическим запуском студенту не нужно «догонять» версии библиотек: он работает в заданной среде, а проверка выполняется на сервере по единым правилам. Если предположить 20 минут (0,33 часа) на подключение к репозиторию и правки, получаем около 20 человеко-часов ( $60 \times 0,33$ ). Разница – порядка 100 человеко-часов на одну лабораторную. Это расчетная оценка, но она показывает направление: экономится время преподавателя и студентов на «сопровождение среды», а не на содержание дисциплины.

Важно, что подход одновременно поддерживает суверенность контура. В дипломной работе ОИЯИ прямо отмечено: «рассматривается возможность полностью отказаться от облачных зарубежных реестров» [6]. Для кафедры это означает, что зависимости и образы должны быть доступны внутри университета; иначе воспроизводимость станет зависеть от внешних ограничений.

##### *5. Ограничения (что подход не решает).*

Подход не заменяет методику: он лишь фиксирует и воспроизводит то, что описано в паспорте. Плохие критерии успеха дадут «стабильно плохой» результат.

Если данные чувствительные, их нельзя публиковать как артефакты; в паспорте фиксируются только хэш и адрес внутреннего хранилища.

CI/CD требует дисциплины в описании заданий, иначе конвейер превратится в «шум». На старте целесообразно начинать с 1–2 лабораторных и расширять набор постепенно.

##### *Заключение.*

Техническая оптимизация учебных и научных вычислений сегодня упирается в воспроизводимость: без нее невозможно ни проверять массовые работы, ни накапливать результаты НИР. Паспорт эксперимента и конвейер

воспроизводимого запуска переводят воспроизводимость в режим «по умолчанию»: эксперимент либо собирается и запускается, либо считается незавершенным.

Такой подход напрямую соответствует стратегическим ориентирам развития науки и образования: инфраструктура подчиняется цели формирования собственной технологической базы и обеспечения технологического суверенитета [1], а не удобству случайного внешнего сервиса.

### *Список литературы*

1. Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». – URL: <https://clck.ru/3SWEbS> (дата обращения: 03.03.2026).

2. Методические рекомендации по работе с ФГИС «Реестры ПО» (подача заявления). – URL: <https://clck.ru/3SWEb2> (дата обращения: 03.03.2026).

3. Пепеляев Групп. Правила ведения реестра российского ПО: что изменится? – URL: <https://www.pgplaw.ru/analytics-and-brochures/alerts/pravila-vedeniya-reestra-rossiyskogo-po/> (дата обращения: 03.03.2026).

4. GitFlic. Документация: «Репозитории реестра». – URL: <https://docs.gitflic.ru/latest/registry/registry-repository/> (дата обращения: 03.03.2026).

5. GitFlic. Документация: «Справочник для gitflic-ci.yaml файла». – URL: <https://docs.gitflic.ru/latest/cicd/gitflic-ci-yaml/> (дата обращения: 03.03.2026).

6. Короткин Р.Н. Автоматизация сборки/развертывания контейнеров online-computing: ВКР (ОИЯИ, 2025) / Р.Н. Короткин. – URL: [https://spd.jinr.ru/wp-content/uploads/2025/10/Diplom\\_Korotkin\\_2025.pdf](https://spd.jinr.ru/wp-content/uploads/2025/10/Diplom_Korotkin_2025.pdf) (дата обращения: 03.03.2026).

7. Павлович О.А. ВКР (ТГУ, 2021) / О.А. Павлович. – URL: <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vital%3A14373/SOURCE01> (дата обращения: 03.03.2026).