

Развитие НТИ: проект «Виртуальный аэродинамический полигон для тестирования беспилотных летательных аппаратов»



Н. С. Иванова,
бакалавр, ведущий инженер
ivanova.n@compmechlab.ru



И. С. Давыдов,
магистр, генеральный директор
davydov@compmechlab.com

ООО «ЛВМ-Инжиниринг», Санкт-Петербург

Статья посвящена этапам разработки и реализации инновационного проекта — виртуального аэродинамического испытательного полигона для тестирования цифровых прототипов беспилотных летательных аппаратов в широких диапазонах реалистичных условий окружающей среды и сценариев полета. Полигон предназначен для моделирования аэродинамических воздействий на проектируемые летательные аппараты и позволяет сократить количество натуральных испытаний более чем на 90%, повысить качество производимой продукции до мирового уровня, снизить стоимость и сократить сроки вывода производимой продукции на рынок, значительно повысить производительность труда. Разработанная в рамках проекта технология будет применена в беспилотной авиации. Проблематика проекта — разработка комплекса программных решений, обеспечивающих высокую степень автоматизации задач определения аэродинамических характеристик беспилотного воздушного судна.

Ключевые слова: беспилотное воздушное судно, аэродинамика, виртуальный испытательный полигон, авиастроение.

Комплекс НИОКР «Виртуальный аэродинамический полигон для тестирования беспилотных летательных аппаратов» реализуется ООО «ЛВМ Инжиниринг» при непосредственном участии Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого» (СПбПУ). Основная цель проекта — создание виртуального аэродинамического испытательного полигона (ВАИП) для тестирования цифровых прототипов беспилотных летательных аппаратов в широких диапазонах реалистичных условий окружающей среды и сценариев полета. ВАИП предназначен для моделирования аэродинамических воздействий на проектируемые летательные аппараты и позволяет сокращать на 90% количество натуральных испытаний за счет использования валидированных расчетных случаев (рис. 1).

Реализация проекта обеспечит сокращение временного разрыва между разработкой и постановкой на производство беспилотных воздушных судов (БВС), что внесет вклад в реализацию дорожной карты «Аэро-

нет» НТИ. Также проект соответствует целевым показателям ДК «Технет» (передовые производственные технологии) НТИ:

- доля России на мировых рынках «Фабрик Будущего» в сегменте инжиниринга и конструирования;
- объем экспорта продукции, полученной с использованием передовых производственных технологий;
- число «Фабрик Будущего», созданных по направлению «Технет» НТИ.

Проект поддержан Фондом содействия инновациям с объемом финансирования 20 млн руб. (конкурс «Развитие НТИ», заявка НТИ-33517), при этом размер собственного финансирования ООО «ЛВМ-Инжиниринг» составил 6 млн руб.

Содержание проекта

Виртуальный аэродинамический испытательный полигон (ВАИП) предназначен для детального моделирования аэродинамики беспилотных воздушных

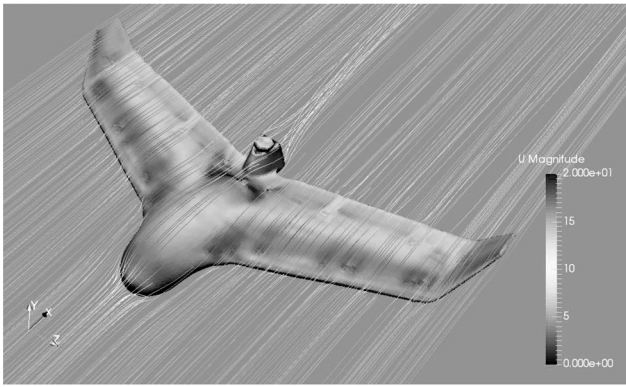


Рис. 1

судов (БВС) с целью их совершенствования. Под виртуальным испытательным полигоном понимается автоматизированная система компьютерного моделирования, включающая в себя наборы валидированных расчетных случаев, соответствующих типовым испытаниям или условиям эксплуатации соответствующей продукции (рис. 2). ВАИП впервые позволит малым и средним инновационным компаниям получать оптимальные решения для конструкции и систем управления БВС с учетом максимального числа параметров без необходимости непосредственного привлечения дорогостоящих специалистов и материальных ресурсов (испытания в аэродинамических трубах, изготовление прототипов изделий, суперкомпьютеры и специализированное ПО).

БВС применяются сегодня для нужд сельского хозяйства, перевозок, мониторинга, обеспечения безопасности, и потребность в нем с каждым годом увеличивается. Причем в зависимости от задач и особенностей эксплуатации разработчикам необходимо совершенствовать существующие или создавать новые БВС и их системы управления под многообразные требования, что при традиционном подходе предполагает создание дорогостоящих прототипов, проведение многочисленных стендовых испытаний, привлечение больших вычислительных мощностей.

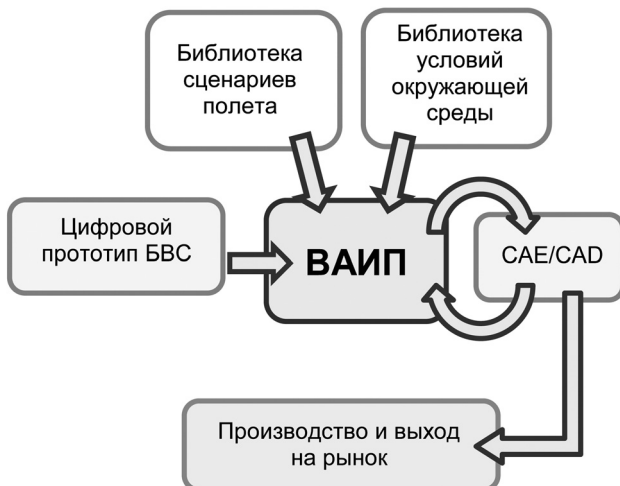


Рис. 2

Услуги с использованием ВАИП в отличие от традиционных подходов позволяют:

- Значительно сократить количество натуральных испытаний при сохранении высокой точности моделирования. Эффект достигается за счет использования методологии виртуальных испытательных полигонов и набора валидированных расчетных случаев, выбранных специально для задач проектирования БВС.
- Сократить количество прототипов и доработок при создании новых продуктов за счет возможности точной оценки отклонений эксплуатационных характеристик изделий при кастомизации конструкции и системы управления БВС.
- Снизить стоимость разработки новых продуктов. Выполнение расчетов в парадигме виртуальных испытательных полигонов позволяет эффективно прогнозировать ресурсоемкость моделирования и, таким образом, снижать стоимость разработки не только за счет сокращения цикла проектирования, но и за счет рационального использования вычислительных ресурсов.
- Использовать возможности по моделированию типовых условий эксплуатации БВС. Типовые расчетные случаи входят в состав ВАИП, перечень может расширяться по запросам заказчиков.

ВАИП, таким образом, является не только полноценным цифровым двойником (Digital Twin) традиционных аэродинамических испытательных лабораторий, но и средством моделирования типовых ситуаций непосредственно применения разрабатываемой техники. Использование аналогичных виртуальных полигонов должно в перспективе стать неотъемлемой частью цифрового жизненного цикла изделия.

Предлагаемый полигон моделирует аэродинамические процессы с учетом всех особенностей протекающих процессов путем численного решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса. В сочетании с использованием высокопроизводительных вычислительных кластеров такой подход позволяет получить необходимые данные существенно быстрее, а также он более гибок к спектру решаемых задач, нежели проведение дорогостоящих стендовых испытаний прототипов БВС. В результате использования ВАИП заказчик получает облако откликов конструкции БВС на изменения параметров, что соответствует большому числу циклов «изменение – тестирование».

ВАИП будет включать цифровые модели:

- посадочных площадок (в том числе внеаэродромного базирования), учитывающих рельеф, угол наклона усредненной поверхности, качание и пр.;
- модели навесного оборудования (видеокамеры, микрофоны, приборы ночного видения, различные датчики и пр.);
- модели перевозимых грузов;
- модели пассажиров.

В проекте будет реализована возможность моделирования различных климатических условий (например, порывы ветра), максимально приближенных к реальным, а в состав будет входить комплекс программного обеспечения для предсказательного моделирования

аварийных ситуаций и модернизации конструкций с целью обеспечения безопасности, маневренности и устойчивости к внешним воздействиям.

Средства разрабатываемого виртуального полигона позволяют автоматизировать не только постановку задачи на расчет, но и полный цикл от загрузки геометрии БВС до получения результатов численных расчетов. Реализуется возможность автоматизированной генерации расчетной области на базе вычисленных размеров испытываемой модели БВС и начальных и граничных условий.

Круговая продувка БВС будет выполняться полностью автоматически, без участия инженера, также в автоматическом режиме возможна обработка результатов расчетов на основании выбранных пользователем целей численного моделирования.

Для численного моделирования используются современные вычислительные пакеты мирового уровня для решения задач аэродинамики. Модели ВАИП валидируются с помощью проведения стендовых испытаний на аэродинамической трубе АТ-11.

Основным преимуществом разрабатываемого продукта является его способность с высокой точностью решать практические задачи аэродинамики и управления специально для разработки БЛА без необходимости привлечения высокоспециализированных и дорогостоящих материальных ресурсов (аэродинамические трубы, прототипы изделий, суперкомпьютеры и специализированное ПО) и специалистов (табл. 1).

Исполнение проекта поделено на 4 последовательных этапа, полная реализация планируется к концу 2019 г.

После завершения первого этапа решены следующие задачи:

- Разработана архитектура виртуального аэродинамического испытательного полигона (ВАИП).

- Произведено сканирование беспилотного воздушного судна (БВС) и построение 3D-CAD-моделей, считывание данных системы управления.
- Проведены стендовые испытания БВС в аэродинамической трубе и обработка экспериментальных данных.
- Разработана настройка цифровых расчетных моделей БВС на основе данных стендовых испытаний.
- Исследованы аэродинамические характеристики БВС при помощи численного моделирования стендовых испытаний в аэродинамической трубе. Обработаны данные виртуальных испытаний.

Таким образом, все цели первого этапа НИОКР достигнуты, и ключевыми задачами последующих этапов станут: разработка цифровых моделей взлетно-посадочных площадок и транспортируемых грузов, создание базы данных моделей; настройка и проведение виртуальных испытаний в нестационарной постановке для характерных маневров БВС на базе валидированных моделей; создание альбома виртуальных испытаний; разработка рабочей версии ВАИП, а также необходимых требований, регламентов, методик и инструкций для конечного пользователя.

В целом, использование виртуального полигона позволит добиться максимального сокращения периода разработки. Цель разработчиков — избежать использования избыточных технологий и при этом — обеспечить безопасность в различных непредвиденных обстоятельствах. Демонстрация результатов тестирования в виртуальном испытательном полигоне, которая планируется на четвертом заключительном этапе, позволит вносить корректировку в проект, корректировку методик создания расчетных моделей в среде ВАИП, зависящих от типа БВС и режима работы.

Таблица 1

	ВАИП	Упрощенные физ. модели из комп. игр (PhysX SDK, RealFlight Simulator и др.)	Программные комплексы для симулирования работы виртуальных роботов (Gazebo, Robot Operating system и др.)	Программные комплексы для расчетов аэродинамики (HyperWorks Virtual Wind Tunnel и др.)	Стендовые испытания
Точное решение задач аэродинамики	+	+/- [1]	-	+	+
Вариативность и сложность моделируемой ситуации	+	+/- [2]	+	+	+
Гибкость параметров (учет специфики конкретного БЛА)	+	+/- [2]	-	+/-	+
Соответствие требованиям сертификации	+	-	-	+	+
Возможность вычисления «облака решений» (вычислительные мощности)	+	+	-	+	-
Валидация по данным реального тестирования на аэродинамической трубе	+	-	-	+	+
Сопровождение инженерным специалистом	+	-	-	-	+
Доступность для малых компаний	+	+	+	-	-

Рыночные перспективы результатов проекта

Основным рынком для создаваемого виртуально-го полигона является рынок проектирования беспилотных летательных аппаратов. По ориентировочным данным, объем рынка исследований для разработки беспилотных воздушных судов достигает в среднем 28% объема рынка БЛА и будет составлять в России в среднесрочной перспективе 14 млрд руб.

Лидирующее положение на рынках БЛА занимают США, страны Европейского союза и Израиль, их доля — 65, 6 и 3%, соответственно. У крупнейшего участника — США — военный сегмент является доминирующим и составляет до 70% рынка. Для наращивания объема продукции США активно осуществляют инвестиции в исследования, разработки и перспективные проекты. Несмотря на текущую малую долю рынка, Евросоюз также проводит активные мероприятия для обеспечения его дальнейшего развития.

Среди драйверов роста на рынке БВС можно назвать следующие:

1. Преодоление текущих барьеров, связанных с правовым обеспечением и культурой применения. Эксперты предполагают постепенный рост глобального рынка БВС вплоть до 2020 г. Ожидается, что к этому времени ключевые игроки снимут основные регуляторные и технологические ограничения, вследствие чего произойдет взрывной рост рынка, сопровождающийся массовым применением разработок в условиях созданной технологической инфраструктуры, ускоренный вывод на рынок новых продуктов и услуг, удовлетворяющих возникающие запросы потребителей. Этот период может стать определяющим для развития рынков услуг и технологий в отрасли, и те страны, которые будут достаточно конкурентоспособны, чтобы в период этого бурного роста потребления продуктов и услуг БВС захватить существенную долю международного рынка, станут мировыми лидерами и будут сохранять стабильные позиции еще долгое время.
2. Государственная поддержка и роль ОПК. Значительная часть денежных вливаний в отрасль идет по направлению оборонно-промышленного комплекса. Следствием принятия такого вектора развития является в том числе последовательное целеполагание со стороны государства и возможность быстрого доступа к соответствующим переработкам со всего мира.
3. Снижение стоимости единицы продукции. По оценке BI Intelligence, при активном росте объема, выраженного через количество единиц продукции, наблюдается замедление роста объема рынка БВС в денежном выражении за счет уменьшения цены продукции.
4. Коммерческое применение: сельское хозяйство, перевозки, мониторинг, расширение онлайн-торговли. Ожидается среднегодовой рост коммерческого сегмента в 17% в течение пяти лет. В то же время, следует отметить низкий уровень развития коммерческого применения БВС по

сравнению с военным и потребительским секторами.

Однако и 14% коммерческого сегмента показывает значительный потенциал для роста за счет развития соответствующих рынков. В связи с этим можно ожидать дальнейшего появления большого числа компаний, заинтересованных в разработке БВС под специфические запросы, но не обладающих соответствующими компетенциями и техническими ресурсами.

Уже сейчас заинтересованность в ВАИП выразили ряд российских компаний, среди потенциальных потребителей можно назвать следующие: АФМ-Серверс, НППП Автономные аэрокосмические системы — Гео-сервис, Аэроб, Аэрокон, РТИ Аэрокосмические системы, Беспилотные системы, КБ Взлет, ООО Научно-промышленные системы, Геоскан, Ижмаш, Иркут, Истра, Камов, КБ Луч, ОСКБЭС МАИ, НППЦ Нелк, НПКЦ Новик, Плаз, НПП Радар ММС, РусАэроЛаб, СТЦ, Авиационный холдинг Сухой, Транзас, АНТК им. А. Н. Туполева, ЭНИКС, ZALA Aero Group. Уже получены письма поддержки от ведущих российских производителей БВС — Geoscan, ОКБ Симонова.

По предварительным прогнозам, к 2025 г. над территорией России будет постоянно находиться в воздухе не менее 100 тыс. беспилотных воздушных судов. Глобальный рынок беспилотников, по оценкам авторов ДК «Аэронет» НТИ, к этому времени может составить более \$200 млрд, из них на долю России может прийти порядка \$50 млрд.

Разработка полномасштабных расчетных моделей существенно сокращает финансовые затраты отечественного производителя на всех этапах проектирования и создания новых высокотехнологичных продуктов и позволяет выпустить на рынок новые конкурентоспособные решения с повышенными эксплуатационными характеристиками, отвечающие всем современным экологическим нормам и требованиям безопасности.

Создание наукоемких расчетных моделей конструкций, аппаратов и устройств для производства продукции нового поколения в различных высокотехнологичных отраслях отечественной промышленности позволяет обеспечить решение важнейших задач Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2020 г., в частности, задач минимизации техногенного воздействия промышленности и энергетики на окружающую среду, совершенствования структуры производства, внедрения новых технологий; использования высокоэкологичных производств, экологически чистых малоотходных и безотходных технологий производства и потребления; создания экологически чистых энерго- и ресурсосберегающих малоотходных и безотходных технологий, снижения выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду и др.

Возможные варианты коммерциализации результатов проекта:

- продажа лицензий ВАИП;
- продажа лицензий на отдельные компоненты ВАИП;
- проведение виртуальных испытаний;
- обработка экспериментальных данных;

- предоставление услуг по комплексной оптимизации конструкции и системы управления.

По предварительным прогнозам основным способом реализации продукта станет комплексная услуга по оптимизации конструкции и систем управления БВС, так как потенциальные заказчики часто не обладают достаточными компетенциями для самостоятельной разработки. При этом ВАИП станет использоваться самим исполнителем для выполнения работ по проектам.

Отдельным направлением продвижения продукта на рынок может стать развитие продукта для интеллектуальных систем управления других типов ТС, в частности, в тесном сотрудничестве с рабочими группами НТИ «Технет» и «Аэронет».

Список использованных источников

1. <http://www.realflight.com/products/rfdrone/index.php>.
2. <http://www.dronethusiast.com/drone-flight-simulator>.

The National Technology Initiative (NTI) development: «Virtual aerodynamic test bed for testing unmanned aerial vehicles» project

N. S. Ivanova, bachelor degree, senior engineer.

I. S. Davydov, master, CEO.

(LVM-Engineering)

The article is devoted to the stages of development and implementation of an innovative project — a virtual aerodynamic test bed for testing digital prototypes of unmanned aerial vehicles in a wide range of realistic environmental conditions and flight scenarios.

The bed is designed: to simulate aerodynamic influences on projected aircraft and allows to reduce the number of field tests by more than 90%; to improve the quality of products to the world class level; to reduce costs and to shorten «time to market» stage; to significantly increase labor productivity.

The technology developed will be applied in unmanned aircraft. The challenge of the project is the development of software solutions that provide a high-level automation of the tasks of determining the UAV aerodynamic characteristics.

Keywords: unmanned aerial vehicle, aerodynamics, virtual test bed, aircraft engineering.

Комитет объявляет конкурс по созданию гимна промышленности Санкт-Петербурга

Комитет по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга объявляет о старте конкурса по созданию официального символа промышленности Санкт-Петербурга — гимна промышленности Санкт-Петербурга.

Цель конкурса — выявление лучших вариантов проекта музыкальной редакции и текста гимна промышленности Санкт-Петербурга, наиболее ярко отражающих историю, величие трудовых подвигов, экономического наследия и потенциала промышленности Санкт-Петербурга.

В конкурсе могут принять участие промышленные предприятия, ассоциации, союзы, юридические лица независимо от организационно-правовой формы, а также граждане и объединения граждан Российской Федерации.

Конкурс является открытым и проводится в один тур.

Срок проведения конкурса — с 25 мая по 10 августа 2018 года.

Конкурсные материалы представляются с 25 мая по 31 июля 2018 года по адресу: 190000, Санкт-Петербург, Вознесенский пр., д. 16, Комитет по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга, с пометкой «На конкурс».

Информация о результатах конкурса будет размещена на официальном сайте Администрации Санкт-Петербурга <http://gov.spb.ru/> и Комитета по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга.