

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ АППАРАТУРЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТАНИЯМИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ. Часть 2

А.А. ЕГОРОВ, Д.А. СУРКОВ (ООО «АВИАТЭКС»),  
К.Ю. КИРПИЧЕВ (МАИ)



В статье рассматриваются программные средства системы автоматизированного управления стендом испытаний винтомоторной группы БПЛА. Представлена разработанная структурная схема стенда. Разработка системы управления велась на основе технологий модельно-ориентированного проектирования с использованием сред SCADA Suite; Arduino IDE и среды графической разработки Processing.

**Ключевые слова:** автоматизированное управление стендом; винтомоторная группа; БПЛА; мультикоптер; SCADA Suite; Arduino IDE; среда графической разработки Processing; ATMEGA168; стандарт DO-178B; ARINC 661; жизненный цикл ПО; язык AVR; MaxMSP; MIT Media Lab; FSM – Finite-state machine; конечный автомат; циклограммы; массив данных; графики.

В предыдущей статье [1] рассматривались специфические вопросы проектирования сложных систем управления испытательными стендами. Были проанализированы специфические процессы проектирования интеллектуальных автоматизированных стендовых систем испытаний. Были рассмотрены основные требования к технологии измерений и управления в измерительно-управляющих комплексах. На основе практического опыта создания измерительно-управляющих систем испытательных комплексов отмечены причины возможных неудач при их разработке.

Рассмотрим пример Модельно-ориентированного проектирования БПЛА летательного

аппарата и его винтомоторной группы. В этом случае конструктору необходимо провести большое количество математических и аэродинамических расчетов. Одной из важнейших задач при создании БПЛА является выбор винтомоторной группы [2].

Винтомоторная группа – совокупность всех несущих винтов и двигателей БПЛА. Винтомоторная группа развивает определенную тягу, что позволяет летательному аппарату подняться в воздух. Различные винтомоторные группы представлены на рис. 1. Существуют несколько видов мультикоптеров, которые различают по количеству винтов/моторов.

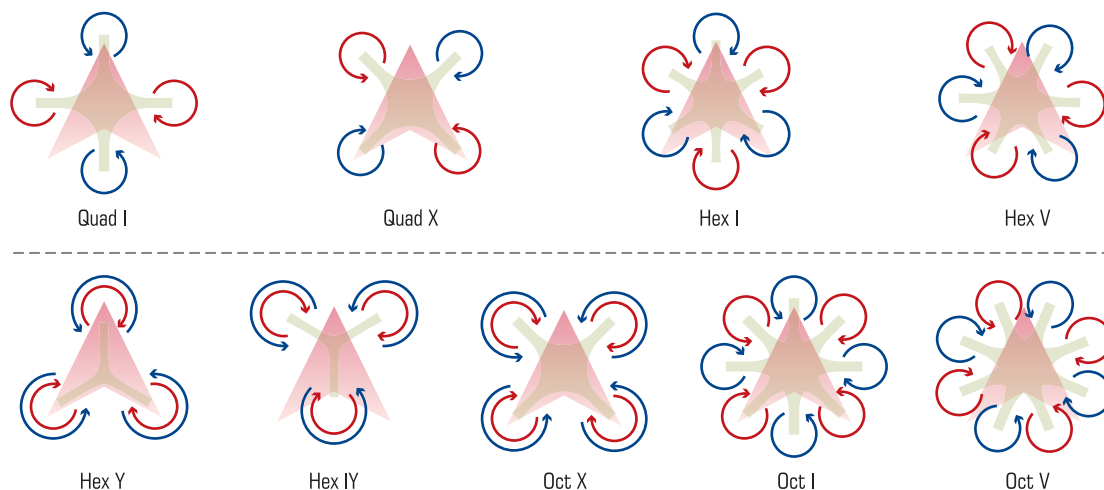


Рис. 1. Винтомоторные группы мультикоптеров

Помимо квадрокоптеров существуют: трикоптеры – 3 винта, гексакоптеры – 6 винтов, октокоптеры – 8 винтов.

К сожалению, не на каждый двигатель и винт можно найти данные о силе тяги или они могут быть не корректны. К тому же, при самостоятельном проектировании БПЛА при выборе моторов и винтов не представляется возможным найти готовые характеристики для созданной винтомоторной группы, а именно: потребляемый ток, напряжение, сила тяги в граммах и значение оборотов винта в минуту.

Характеристики винтомоторной группы могут меняться в зависимости от размера используемого винта. На рис. 2 показан пример зависимости тяги двигателя от размера винта.

По оси Y представлена величина тяги в граммах, по оси X – потребление тока в амперах. Приведено два графика – один для пропеллера размером 11×4,7, второй для пропеллера 10×4,7. Как видно из графиков, пропеллер большего размера создает большую тягу, но при этом потребляет больший ток.

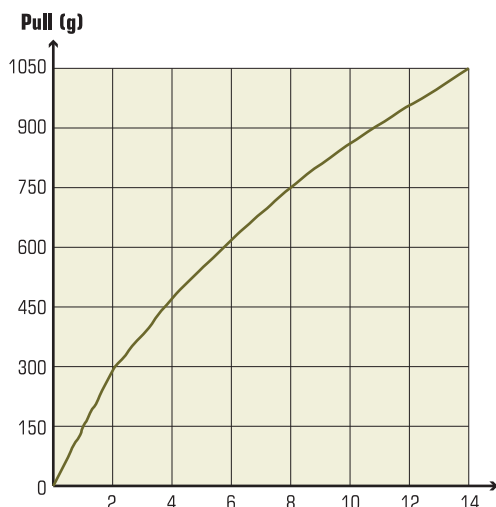
Для получения наилучших характеристик винтомоторной группы важно подобрать такие двигатели и винты, которые смогут обеспечить необходимую для разрабатываемого БПЛА тягу при умеренном нагреве и потреблении тока. Недостаточная тяга двигателей приведет к плохой управляемости либо неспособности аппарата взлететь. В то же время, слишком большая тяга приведет к излишне резкой реакции квадрокоптера на приборы управления и летной нестабильности.

При выборе электродвигателя необходимо в первую очередь изучить его характеристики. Зачастую для этого необходимо провести большое количество тестовых испытаний, чтобы определить его параметры в группе с разными винтами. Чтобы вручную измерить тягу, обороты двигателя, напряжение и потребляемый ток, конструктор должен потратить много времени и совершить массу операций по подключению-отключению датчиков к двигателю, сборке схем для тестирования, проверке полученных параметров с помощью осциллографа, весов или датчика движения.

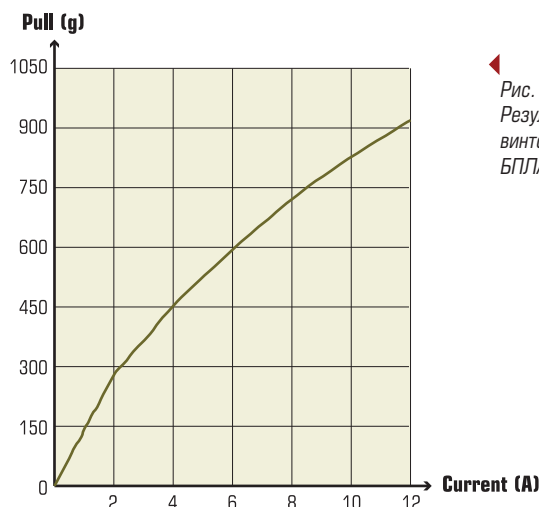
Для оптимизации и автоматизации испытаний винтомоторной группы БПЛА специалистами Отдела Автоматизации Эксперимента (ОАЭ) МАИ и ООО “АВИАТЭКС” создан стенд для испытаний двигателей и несущих винтов для будущих летательных аппаратов.

Система автоматизированного управления должна обеспечить сбор, обработку и отображение данных о следующих параметрах для установленной винтомоторной группы: обороты в минуту, тяга, напряжение, потребляемый ток. Система должна: управлять испытанием в процессе реального времени, позволяя пользователю наблюдать изменение параметров и их зависимость от времени, и друг от друга; обеспечивать представление информации о проведенном испытании в графическом виде.

В наши дни разработчики авиационных систем должны создавать гибкие, удобные в сопровождении приложения, отвечающие жёстким сертификационным нормам и требованиям стандартов. Кроме того разработчики



**Model:** W42-20 KV650  
**Voltage:** 14,8(4S)  
**Propeller:** 1147



**Model:** W42-20 KV650  
**Voltage:** 14,8(4S)  
**Propeller:** 1047

Рис. 2. Результаты испытаний винтомоторной группы БПЛА

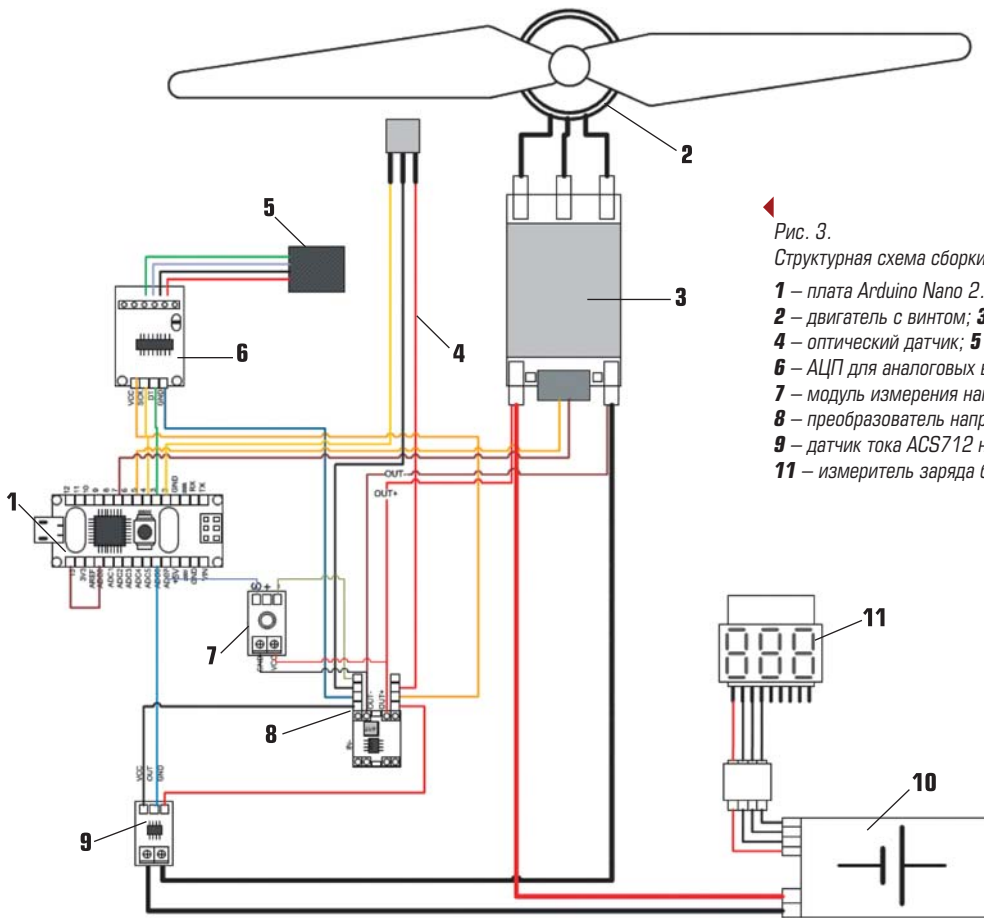


Рис. 3.  
Структурная схема сборки испытаний винтомоторной группы:  
1 – плата Arduino Nano 2.x с микроконтроллером ATmega 168;  
2 – двигатель с винтом; 3 – регулятор оборотов двигателя;  
4 – оптический датчик; 5 – тензодатчик FZ0967 на 5 кг;  
6 – АЦП для аналоговых весов HX711;  
7 – модуль измерения напряжения 0-25 В;  
8 – преобразователь напряжения (DC-DC конвертер) D-SUN;  
9 – датчик тока ACS712 на 30 А; 10 – аккумулятор;  
11 – измеритель заряда батареи

должны учитывать экономические факторы. Это сложная задача, требующая применения подходящих инструментов.

С каждым годом появляется все больше новых моделей БПЛА, а сфера их применения постоянно расширяется. Винтомоторная группа летательного аппарата является его важнейшей составляющей, так как именно винтомоторная группа отвечает за способность БПЛА подняться в воздух и летать. Создание системы автоматизированного управления стендом испытаний винтомоторной группы БПЛА упростит процесс испытания, что позволит конструктору с большей точностью и меньшими затратами времени выбрать наилучший вариант винтомоторной группы для проектируемого летательного аппарата.

### АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ СТЕНДА ИСПЫТАНИЙ ВИНТОМОТОРНОЙ ГРУППЫ

Винтомоторная группа (ВМГ) беспилотного летательного аппарата – БПЛА представляет собой комплекс оборудования, создающего тягу, под воздействием которой винтовой

БПЛА движется в требуемом направлении (или стремится двигаться, например, зависает, когда сила, создаваемая ВМГ, компенсируется силой тяжести). В состав винтомоторной группы входит двигатель (мотор) и винт.

Автоматизированный стенд испытаний винтомоторной группы БПЛА предназначен для получения экспериментальных данных о тяге, токе, напряжении и оборотах определенного двигателя, установленного на стенд и несущих винтов для будущих летательных аппаратов. Все данные поступают от датчиков, а их сбор и обработка обеспечивается системой автоматизированного управления.

В состав автоматизированного стенда испытаний входит следующее оборудование: плата Arduino Nano 2.x с микроконтроллером ATmega 168; двигатель с винтом; регулятор оборотов двигателя; оптический датчик; тензодатчик FZ0967; АЦП для аналоговых весов HX711; модуль измерения напряжения 0-25 В; преобразователь напряжения (DC-DC конвертер) D-SUN; датчик тока ACS712 на 30 А; аккумулятор.

Схема автоматизированного стенда испытаний винтомоторной группы БПЛА представлена на рис. 3.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

### Структурная схема программного обеспечения системы

Разработанное программно-алгоритмическое обеспечение реализовано в современных программных средах, позволяющих создать комфортные условия проведения испытаний в реальном масштабе времени. Для создания системы автоматизированного управления для стенда испытаний винтомоторной группы БПЛА были использованы следующие среды разработки:

- SCADA Suite;
- Arduino IDE;
- Processing.

Структурная схема программного обеспечения системы представлена на рис. 4.

ПО SCADA Suite было использовано для создания алгоритма системы управления. Вся логика управления испытанием винтомоторной группы БПЛА была написана в среде разработки SCADA. Файлы с C-кодом, сгенерированным в SCADA, были использованы в среде Arduino IDE для прошивки платформы Arduino Nano, построенной на микроконтроллере ATmega168. Также в среде Arduino IDE описан процесс записи и передачи данных от датчиков в COM-порт. Язык программирования Arduino является стандартным C++.

С помощью библиотек для обмена данными в среде Processing можно считывать и записывать данные в COM-порт. Среда Processing была выбрана для создания интерфейса пользователя и отображения данных об испытании. Язык программирования Processing основан на языке Java.

### Программная среда SCADA

Средства разработки SCADA – Safety Critical Application Development Environment – комплекс модельно-ориентированных средств для разработки критических авиационных и оборонных систем, квалифицированных по стандарту DO-178B до уровня А.

В наши дни разработчики авиационных и оборонных систем должны создавать гибкие, удобные в сопровождении приложения, отвечающие жёстким сертификационным нормам и требованиям стандартов. Кроме того, разработчики должны учитывать экономические факторы. Это сложная задача, требующая применения подходящих инструментов.

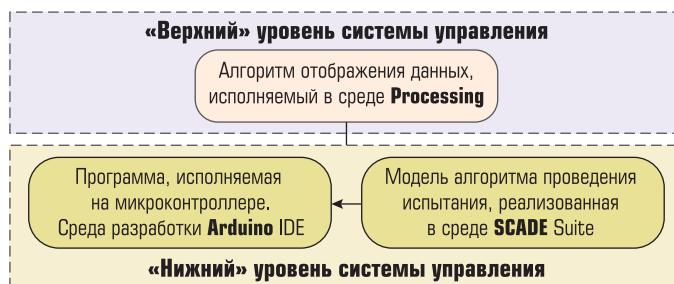


Рис. 4. Структурная схема ПО системы

Компания Esterel Technologies поставляет модельно-ориентированные средства разработки критических систем для системных инженеров и разработчиков ПО с целью уменьшения стоимости проекта, рисков и времени на сертификацию. Передовые продукты компании Esterel Technologies были квалифицированы сертифицирующими органами FAA, EASA, Transport Canada и ANAC по DO-178B от уровня С до А в рамках более чем в 70-ти системах в более чем 25-ти самолетных программах.

DO-178 – это инструктивные материалы по созданию программного обеспечения, выполняющего предписанные ему функции с уровнем доверия к безопасности, удовлетворяющим требованиям летной годности.

Эти инструктивные материалы определяют:

- цели процессов жизненного цикла ПО;
- описание мероприятий и конструктивных соображений для достижения этих целей;
- описание доказательных материалов, подтверждающих, что цели достигнуты.

Продуктовая линейка SCADA компании Esterel Technologies включает решения для разработчиков критических систем и программных приложений. Все инструменты SCADA легко интегрируются, позволяя оптимизировать процесс разработки при интенсивной коммуникации между членами команды программистов.

Продуктовая линейка SCADA включает:

- SCADA Suite для разработки управляющих алгоритмов и логики.
- SCADA Display для разработки индикации и человеко-машинных интерфейсов.
- SCADA System для создания системной архитектуры.
- SCADA LifeCycle для управления жизненным циклом ПО.
- SCADA Solutions for ARINC 661 Compliant Systems для разработки авиационных индикаторов и пользовательских приложений в соответствии со стандартом ARINC 661.

Преимущества SCADe являются:

- улучшение коммуникации между командами разработчиков ПО и системными инженерами, коммуникации с клиентами, поставщиками и сертифицирующими органами;
- улучшение процесса сопровождения приложений в долгосрочной перспективе;
- гарантия качества и точности создаваемой документации;
- возможность на ранних стадиях находить ошибки при проектировании ПО;
- сокращение затрат на разработку и верификацию ПО;
- возможность вести разработку, используя цепочку инструментов;
- соответствие архитектуре ARINC 661;
- сокращение рисков, времени, стоимости сертификации по DO-178B/C.

SCADe Suite – модельно ориентированная среда разработки критического программного обеспечения. В основе SCADe Suite лежит формальный язык Scade, делающий SCADe лидирующей на своём рынке интегрированной средой разработки для критических приложений.

SCADe Suite объединяет модельно-ориентированную разработку, симуляцию, верификацию, квалифицированную генерацию кода и совместимость с другими инструментами и платформами. Кодогенератор SCADe Suite производит код на языках C и Ada. Среда SCADe Suite идеально подходит для разработки сложных систем управления.

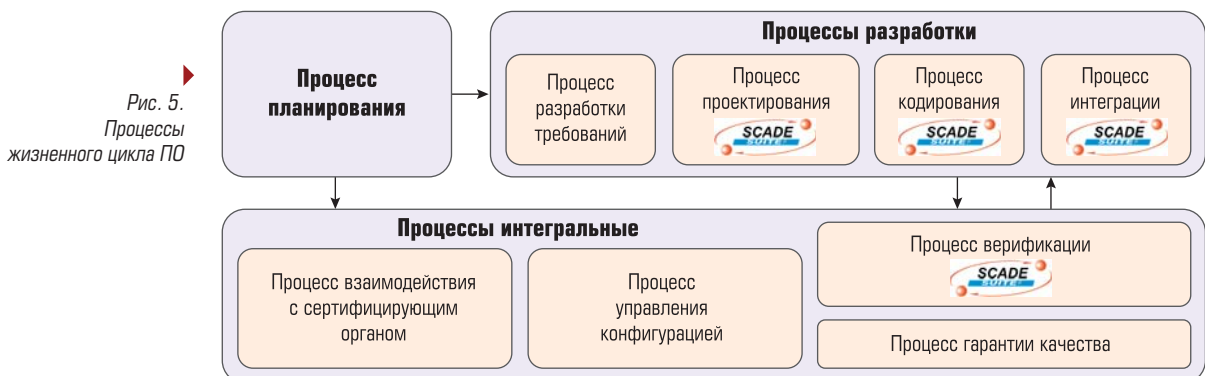
Комплекс SCADe Suite изначально был создан для решения проблем сертифицируемых по DO-178B проектов и предназначен для разработки встроенного программного обеспечения от реализации спецификаций до генерации файлов документации.

SCADe Suite уже много лет успешно применяется в авиационной отрасли. Комплекс SCADe Suite используется для создания систем

управления с критичными требованиями к безопасности, таких как: автопилоты, кабинные дисплеи, GPS-навигация, контроль высоты, управление двигателем, тормозное и рулевое управление, системы предупреждения, системы подачи топлива и управления мощностью, а также системы антиобледенения, самолето-вождения, инерциальные и системы пуска ракет бортового и наземного базирования.

Унифицированная методология разработки моделей в системе SCADe позволяет объединять алгоритмические описания, сделанные с помощью потоков данных, с описаниями, сделанными с помощью конечных автоматов, на любом уровне иерархии проекта. SCADe обеспечивает проектировщика технологией однократного безынерционного ввода информации, которая позволяет выполнить реализацию требований без избыточности или неоднозначности и построить более точные программные модели. В библиотеке SCADe содержится более трехсот дискретных операторов.

Модульность SCADe-моделей обеспечивает безопасное и управляемое разделение труда между несколькими разработчиками или коллективами разработчиков. Библиотеки позволяют совместное использование данных и функциональных блоков несколькими проектами. SCADe Suite обеспечивает согласованность в итоговых моделях. SCADe Suite тесно интегрирован с системами управления требованиями, производимыми другими фирмами. Генератор отчетов SCADe Reporter автоматически создает проектную документацию, обеспечивая ее постоянное обновление. Генерация отчетов может быть адаптирована к специальным требованиям путем настройки, управляемой из языка TCL. SCADe Reporter является средством разработки, квалифицированным по DO-178B. С помощью SCADe Suite во время разработки возможно управлять тремя группами процессов жизненного цикла ПО, как показано на рис. 5.





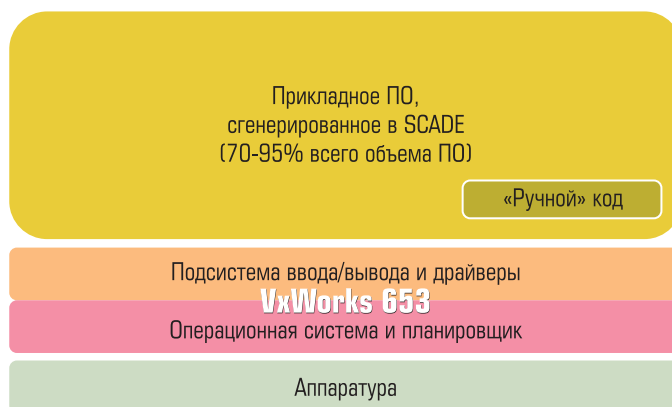
SCADE Suite дает возможность генерировать эффективный, компактный и мобильный код промышленного качества. Кодогенератор SCADE Code Generator генерирует код языка C стандарта ANSI, легко читаемый и прослеживаемый. Код независим от целевого процессора, не требует никаких специальных исполняемых библиотек или библиотек, специфичных для конкретного процессора. Код может исполняться на любом целевом микропроцессоре под управлением OCPB или без нее. С SCADE Suite кодом можно задать автоматическое оформление для исполнения в среде операционных систем Integrity-178B™ (Green Hills Software), µC/OS-II (Micrium), PikeOS™ (Sysgo), VxWorks™ 653 (Wind River).

Кодогенератор SCADE Suite Code Generator (KCG) является средством разработки, квалифицированным по DO-178B до Уровня А. Квалификационный комплект кодогенератора Qualification Kit предоставляет все артефакты (материалы), требуемые для средств разработки (DO-178B 8110.49). Эта квалификация позволяет разработчику исключить низкоуровневое тестирование сгенерированного кода и поэтому выполнять обновления ПО быстро и без потери безопасности кода. Код, сгенерированный с помощью SCADE Suite может составлять до 75-90 % всего объема ПО создаваемой системы, как показано на рис. 6.

Сгенерированный с помощью SCADE код используется более чем в нескольких десятках программ по сертификации и уже квалифицирован в большинстве из них.

Комплект верификации компилятора SCADE Compiler Verification Kit (CVK) позволяет провести верификацию применяемого компилятора языка C на корректность компиляции кода, сгенерированного в SCADE KCG. Комплект верификации подтверждает корректность работы сгенерированного кода по утвержденной методике, описанной в руководстве CAST 12.

Верификация и валидация в SCADE Suite доступна уже на начальной стадии проектирования. Симулятор SCADE Simulator исполняет встраиваемый код. Верификатор дизайна SCADE Suite Design Verifier предоставляет проектировщику возможность всестороннего исследования для поиска “краевых” ошибок, практически не детектируемых традиционными методами тестирования, и исправления их на самой ранней



▲ Рис. 6. Структура встраиваемого ПО

стадии проекта. Тестовое Покрытие Моделей SCADE Model Test Coverage (MTC) оценивает полноту тестовой процедуры, разработанной на основе требований, и помогает достичь 100 %-го покрытия по MC/DC. MTC является средством верификации, квалифицированным по DO-178B.

### ПРИМЕНЕНИЕ SCADE В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

SCADE Suite был выбран более чем 60-ю ведущими компаниями в США, Европе и Азии, включая: Aircraft Braking Systems Corp., Airbus, AVIC1, Авионика, BAE SYSTEMS, CASC, CETC, Dassault Aviation, Diehl Aerospace GmbH., EADS Military, EADS Space Transportation, ENV, ESA, Elbit Systems, Eurocopter, GE Aviation, Goodrich, ГосНИИАС, Hispano Suiza, Intertechnique, Liebherr-Aerospace, Lockheed Martin, MBDA, Messier Bugatti, Nanjing Aerospace Institute, Pratt & Whitney Canada, Saab Avionics, Safran, SAGEM, Silver Arrow, Сухой, Thales Aerospace, Turbomeca, Ultra Electronics и U-TACS. Среди этих компаний есть и российские авиационные предприятия, а именно: Авионика, ГосНИИАС и Сухой.

На борту вертолета Eurocopter, начиная с моделей серии EC135 и EC155, все автопилоты летают на коде, сгенерированном в SCADE и сертифицированном по DO-178B в EASA. Eurocopter сообщает: 90 % кода сгенерировано автоматически, что позволило сократить время разработки вдвое.

Самолет Falcon 7X летает благодаря SCADE Suite: 95 % кода в системе управления полетом F7X и 90 % кода системы торможения были автоматически сгенерированы в SCADE Suite.

SCADE KCG квалифицирован FAA для Boeing 787. SCADE Suite применяется в B787 в системе управления электропитанием (Inter-technique), в системе торможения (Messier Bugatti) и системе управления посадочным шасси (GE Aviation, ранее Smiths Aerospace).

Также благодаря технологии SCADE летает российский ближнемагистральный пассажирский самолёт Sukhoi Superjet 100.

С помощью SCADE Suite в самолете Sukhoi Superjet 100 были созданы подсистемы разработки ГСС/Thales:

- система кабинной индикации CDS (Cockpit Display System);
- система предупреждения экипажа и аварийной сигнализации FWS (Flight Warning System);
- система ввода/вывода и концентрации данных DCF (Data Concentration Function).

С помощью SCADE в этих системах было сгенерировано:

- в CDS – 80 % кода (общий объем приложения 240000 строк);
- в FWS – 70 % кода (60 000 строк);
- в DCF – 85 % кода (100 000 строк).

Также, программное обеспечение SCADE применялось при разработке других подсистем самолета SJ100, а именно, в системе управления полетом, системе жизнеобеспечения (Liebherr), топливной системе (Inter-technique) и системе управления FADEC двигателем SaM146 (Snecma).

## СРЕДА РАЗРАБОТКИ ARDUINO

Arduino – это электронный конструктор и удобная платформа быстрой разработки электронных устройств. Платформа пользуется огромной популярностью во всем мире благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования программаторов [3].

Arduino применяется для создания электронных устройств с возможностью приема сигналов от различных цифровых и аналоговых датчиков, которые могут быть подключены к нему, и управления различными исполнительными устройствами. Проекты устройств, основанные на Arduino, могут работать самостоятельно или взаимодействовать с программным обеспечением на компьютере (напр.: Flash, Processing, MaxMSP). Платы могут быть собраны пользователем самостоя-

тельно или куплены в сборе. Среда разработки программ с открытым исходным текстом доступна для бесплатного скачивания.

Микроконтроллер на плате программируется при помощи языка Arduino, который является реализацией языка Wiring, и среды разработки Arduino (основана на мультимедийной среде программирования Processing). Проекты устройств, основанные на Arduino, могут работать самостоятельно, либо же взаимодействовать с программным обеспечением на компьютере.

Язык программирования устройств Arduino основан на C/C++. Он прост в освоении, и на данный момент Arduino – один из самых удобных способов программирования устройств на микроконтроллерах.

Существует множество микроконтроллеров и платформ для осуществления “physical computing”. Parallax Basic Stamp, Netmedia s BX-24, Phidgets, MIT s Handyboard и многие другие предлагают схожую функциональность. Все эти устройства объединяют разрозненную информацию о программировании и заключают ее в простую в использовании сборку. Arduino, в свою очередь, тоже упрощает процесс работы с микроконтроллерами, однако имеет ряд преимуществ перед другими устройствами для преподавателей, студентов и любителей.

В числе преимуществ Arduino:

- низкая стоимость – платы Arduino относительно дешевы по сравнению с другими платформами. Самая недорогая версия модуля Arduino может быть собрана вручную, а некоторые даже готовые модули стоят меньше 50 долларов;
- кросс-платформенность – программное обеспечение Arduino работает под ОС Windows, Macintosh OSX и Linux. Большинство микроконтроллеров ограничивается ОС Windows;
- простая и понятная среда программирования – среда Arduino подходит как для начинающих, так и для опытных пользователей;
- программное обеспечение с возможностью расширения и открытым исходным текстом – ПО Arduino выпускается как инструмент, который может быть дополнен опытными пользователями. Язык может дополняться библиотеками C++. Пользователи, желающие понять технические нюансы, имеют возможность перейти на язык AVR C, на котором основан C++. Соответственно, имеется возможность добавить код из среды AVR-C в программу Arduino;

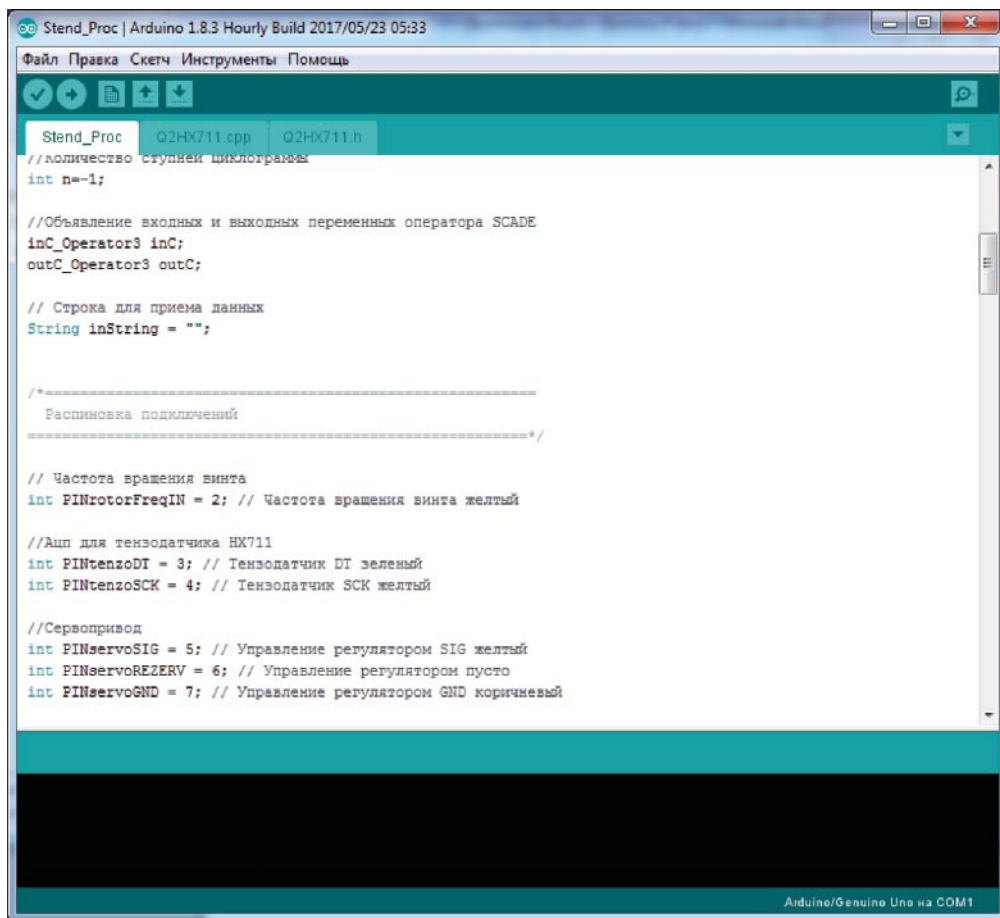


Рис. 7.  
Разработка скетча  
в Arduino

- аппаратные средства с возможностью расширения и открытыми принципиальными схемами — микроконтроллеры ATmega 8 и ATmega 168 являются основой Arduino. Схемы модулей выпускаются с лицензией Creative Commons, а значит, опытные инженеры имеют возможность создания собственных версий модулей, расширяя и дополняя их. Даже обычные пользователи могут разработать опытные образцы с целью экономии средств и понимания работы.

Среда разработки Arduino состоит из встроенного текстового редактора программного кода, области сообщений, окна вывода текста (консоли), панели инструментов с кнопками часто используемых команд и нескольких меню. Для загрузки программ и связи среда разработки подключается к аппаратной части Arduino. Полученное окно работы в среде Arduino при создании автоматизированной системы управления испытанием винтомоторной группы показано на рис. 7.

Программа, написанная в среде Arduino, называется скетч. Скетч пишется в текстовом редакторе, имеющем инструменты вырезки/

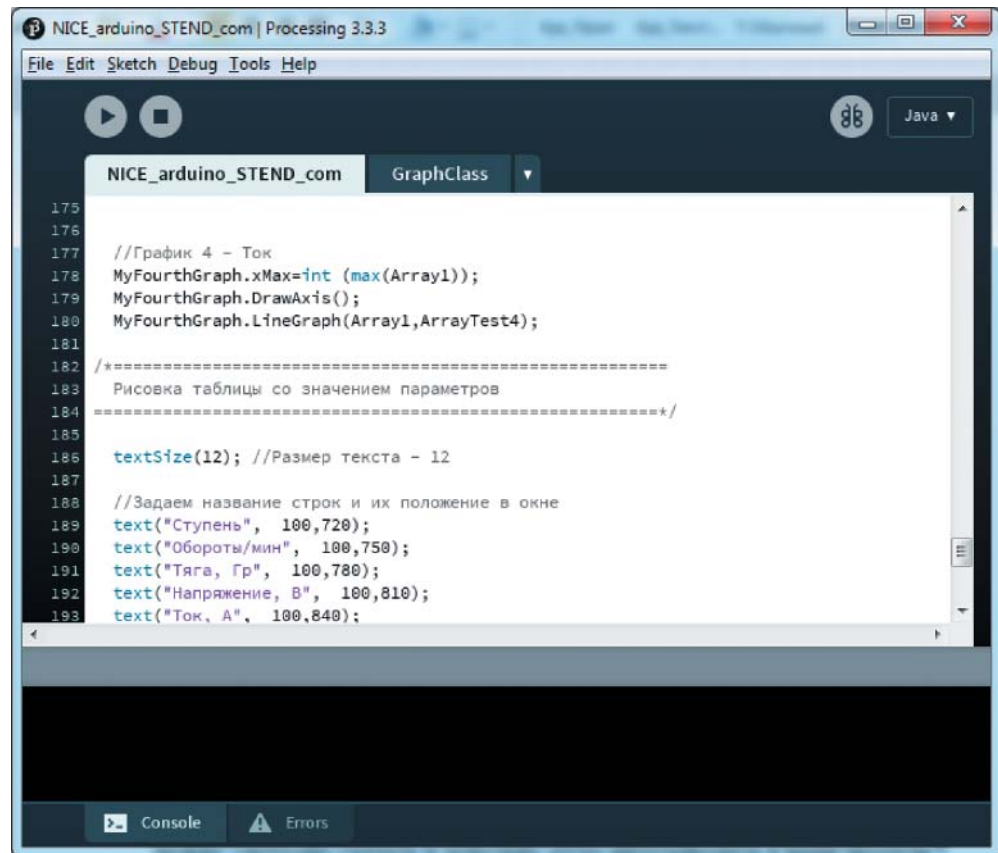
вставки, поиска/замены текста. Во время сохранения и экспорта проекта в области сообщений появляются пояснения, также могут отображаться возникшие ошибки. Окно вывода текста (консоль) показывает сообщения Arduino, включающие полные отчеты об ошибках и другую информацию. Кнопки панели инструментов позволяют проверить и записать программу, создать, открыть и сохранить скетч, открыть мониторинг последовательной шины.

Перед загрузкой скетча требуется задать необходимые параметры в меню Tools → Board и Tools → Serial Port.

После выбора порта и платформы необходимо нажать кнопку загрузки на панели инструментов или выбрать пункт меню File → Upload to I/O Board. Современные платформы Arduino перезагружаются автоматически перед загрузкой. На старых платформах необходимо нажать кнопку перезагрузки. На большинстве плат во время процесса будут мигать светодиоды RX и TX. Среда разработки Arduino выведет сообщение об окончании загрузки или об ошибках.



Рис. 8.  
Интерфейс среды  
разработки Processing



При загрузке скетча используется Загрузчик (Bootloader) Arduino, небольшая программа, загружаемая в микроконтроллер на плате. Она позволяет загружать программный код без использования дополнительных аппаратных средств. Загрузчик (Bootloader) активен в течение нескольких секунд при перезагрузке платформы и при загрузке любого из скетчей в микроконтроллер. Работа Загрузчика (Bootloader) распознается по миганию светодиода (13 пин), например, при перезагрузке платы.

Дополнительную функциональность скетчам добавляют библиотеки, например, при работе с аппаратной частью или при обработке данных. В среде Arduino возможен мониторинг последовательной шины (SerialMonitor). Serial Monitor отображает данные, посылаемые в платформу Arduino (плата USB или плата последовательной шины). Для отправки данных необходимо ввести текст и нажать кнопку Send или Enter. Затем выбирается скорость передачи из выпадающего списка, соответствующая значению Serial.begin. Также имеется возможность обмена информацией с платформой через программы Processing, Flash, MaxMSP.

### СРЕДА ГРАФИЧЕСКОЙ РАЗРАБОТКИ PROCESSING

Processing представляет собой программное приложение, которое позволяет создавать, изменять, компилировать и запускать Java код. Это Java-подобный язык программирования, созданный в MIT Media Lab с открытым исходным кодом и одновременно среда разработки.

Интерфейс IDE Processing напоминает Arduino IDE – среда разработки Arduino IDE написана на Processing. Processing позволяет создавать визуальные интерактивные интерфейсы пользователей [4].

Интерфейс Processing показан на рис. 8. Язык лишен различных графических фильтров и эффектов, которые можно найти, например, в редакторе Adobe Photoshop.

Processing является полностью автономным исполняемым приложением, также эта среда является бесплатным ПО с открытым исходным кодом.

Processing является языком программирования, который ориентирован на творческое программирование. В дополнение к ядру языка, Processing включает обширные библиоте-

ки кода, распространяемые сообществом. Эти библиотеки расширяют возможности Processing повсеместно, от машинного зрения в Microsoft Kinect и физических движков к сетям до подключения к базам данных. Эти библиотеки можно свободно скачать и интегрировать в создаваемые проекты.

Processing позволяет программам запускаться с рабочего стола. Кроме того, разрабатывая на Java и опираясь на JVM, создатели данной среды разработки минимизировали необходимость развивать и поддерживать множество различных версий программного обеспечения, включающего различные потенциальные конфигурации компьютеров и операционных систем. Связь Processing и Java также позволяет скетчам (так называется программный код, написанный на Processing) быть полностью интегрированным в автономные Java-приложения. Эта функциональность позволяет по-настоящему плавный переход от Processing к Java в случае необходимости.

### Список литературы

1. *Егоров А.А.* “Проектирование комплексов аппаратуры систем управления испытаниями сложных объектов” // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2020 г., № 5(130), стр. 20-31.
2. *Сурков Д.А., Дмитриева О.* “Система автоматизированного управления стендом испытаний винтомоторной группы беспилотного летательного аппарата” // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2017 г., № 11(100), стр. 28-39.
3. *Среда* разработки Arduino. Материалы с сайта [http://arduino.ru/Arduino\\_environment](http://arduino.ru/Arduino_environment)
4. *Разработка* критического по безопасности встраиваемого ПО SCADA Suite. Материалы сайта <https://cae-expert.ru/product/scade-suite>

Продолжение следует.

*Егоров Александр Александрович* – канд. техн. наук, профессор АВН РФ, генеральный директор ООО “АВИАТЭКС”,

*Сурков Дмитрий Александрович* – канд. техн. наук, доцент, технический директор ООО “АВИАТЭКС”,

*Кирпичев Константин Юрьевич* – ведущий инженер отдела автоматизации эксперимента (Институт систем управления, информатики и электроэнергетики МАИ).

## НОВОСТИ

### ЗАЩИТА ОТ БЕСПИЛОТНИКОВ КОНЦЕРНА «АВТОМАТИКА» БУДЕТ ИНТЕГРИРОВАТЬСЯ В СИСТЕМУ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РСВО



АО «КОНЦЕРН «АВТОМАТИКА»

АО “Концерн “Автоматика” Госкорпорации Ростех и ФГУП “Российские сети вещания и оповещения” (РСВО) подписали соглашение о сотрудничестве. Подписанный документ позволит интегрировать решения для противодействия беспилотникам, созданные в Концерне, в систему комплексной безопасности предприятий и территорий, разработанную ФГУП “Российские сети вещания и оповещения”.

Цель подписанного соглашения – развитие сотрудничества между двумя организациями. Стороны планируют вести совместные разработки гражданского и двойного назначения в области комплексной безопасности, а также совместно продвигать их как в России, так и за рубежом. Одним из ключевых направлений совместной работы станет развитие направления противодействия беспилотным летательным аппаратам. В частности, системы будут интегрированы в универсальный программно-аппаратный комплекс технических средств мониторинга, анализа и оповещения разработки РСВО.

“Подписанное соглашение позволит интегрировать выпускаемые в Концерне

“Автоматика” разработки для обнаружения и противодействия беспилотникам в системе комплексной безопасности предприятий и территорий, которую “Российские сети вещания и оповещения” внедряют на объектах критической инфраструктуры. В первую очередь системы борьбы с дронами будут внедряться на предприятиях топливно-энергетического комплекса, на потенциально опасных и критически важных объектах”, – рассказал генеральный директор Концерна “Автоматика” **Владимир Кабанов**.

Кроме того, компании договорились о совместной работе в области создания тестовых зон и пилотных проектов по внедрению решений гражданского и двойного

назначения, а также о содействии в создании новых продуктов и решений.

Системы АО “Концерн “Автоматика” предназначены для комплексного противодействия дронам. Разработки концерна позволяют обнаруживать и подавлять беспилотные аппараты, в том числе те, которые осуществляют полет в режиме радиомолчания или маскируют свой радиосигнал под другие источники на расстоянии до 30 км, как в ручном, так и в автоматическом режимах. Кроме того, системы способны определять местонахождение операторов БПЛА.

[http://www.mashportal.ru/company\\_news-56712.aspx](http://www.mashportal.ru/company_news-56712.aspx)