

## **НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**С.В. Гусс**

старший преподаватель, e-mail: sviat@v-guss.ru

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск, Россия

**Аннотация.** Рассматривается идея создания лаборатории научно-технического анализа программной составляющей беспилотных авиационных систем. Представлены особенности приобщения молодёжи к инженерным и научным исследованиям. Даются схемы, обобщающие деятельность в рамках исследовательских работ.

**Ключевые слова:** летающая робототехника, БПЛА, БАС, программотехника.

### **Введение**

Одна из основных повесток на ближайшие годы в области цифровых технологий – повышение спроса на инженерные кадры. Это вызвано необходимостью разработки и внедрения новых технологий для ускорения цифровой трансформации. Главные темы: интернет вещей, искусственный интеллект, машинное обучение. Особое место занимает робототехника и её специализированная область – летающая робототехника, которая имеет дело с беспилотными авиационными системами (БАС) и включает в себя не только беспилотные летательные аппараты (БПЛА), но и наземные станции управления, системы связи и программное обеспечение (ПО) для управления полётами и координации действий БПЛА. К разработке сложного ПО необходимо подходить комплексно [1], используя инженерную методологию [2]. В работе будет представлен проект исследовательской лаборатории научно-технического анализа программной составляющей БАС. Это, в свою очередь, можно рассматривать как шаг на пути к открытию реальной, физической лаборатории.

### **1. Предпосылки**

В конце ноября автор статьи защитил итоговый проект в Университете Иннополис в рамках курса «Разработка программного обеспечения для полётного контроллера БАС», проходящего в рамках федерального проекта «Кадры для БАС», что ещё больше мотивировало автора на создание и развитие научно-исследовательской лаборатории, связанной с техническими исследованиями (анализ, разработка, проектирование, тестирование, обобщение, систематизация, дистилляция в контексте

DDD и т. д.) программного обеспечения для сферы БАС. Был представлен проект «БАС для тестирования и отладки алгоритмов в лаборатории. Создание программного обеспечения для полётного контроллера БАС в сфере образования». В проекте была описана деятельность лаборатории с позиции научного руководителя. Основная задача лаборатории – задать основу для систематизации и повторного использования наработок в виде знаний, конструкций, алгоритмов, исходных кодов и программ. На повестке стоял вопрос об актуальности, особенностях и необходимости такой лаборатории. Представлена общая характеристика работ, проводимых в лаборатории, связь научного исследования с программной разработкой, создание инженерных артефактов, переход от проектных к производственным решениям. К концу был представлен план дальнейшего развития проекта, речь шла о разработке и тестировании алгоритмов управления и коммуникации устройств, сборе и накоплении предметных знаний, полезных данных статистики и о расширении области применения программных решений.

На рис. 1 представлен фрагмент презентации проекта, где отражены главные (но не единственные) технологии и методы разработки.

### Главные технологии и методы разработки

- ❑ **Имитационное и полунатурное моделирование:** использование стендов для изучения поведения летательного аппарата и системы управления в различных режимах.
- ❑ **Математическое моделирование:** применение методов теории управления и вычислительной математики для анализа и оптимизации алгоритмов управления.
- ❑ **Создание программно-аппаратной платформы моделирования:** разработка системы для тестирования алгоритмов пилотирования и визуализации полёта.
- ❑ **Обеспечение безопасности и предсказуемости** поведения систем автоматического управления: соответствие требованиям к управлению на всех этапах полёта.



Рис. 1. Технологии и методы разработки

В целях информационной поддержки лаборатории, освещения её деятельности и отслеживания актуального состояния сферы БАС был создан онлайн-курс «Научно-техническое исследование программной составляющей БАС» [3]. В основе курса лежит важная идея, навеянная университетской инициативой приобщения молодежи к науке (в рамках ОмГУ им. Ф.М. Достоевского), и желание потрудиться на этом поле, сделать что-то полезное, поделиться знанием и опытом.

## **2. Лаборатория научно-технического анализа программной составляющей БАС**

Приобщение к научно-технической деятельности в рамках лаборатории происходит на примере такого объекта исследования, как архитектура и программирование вычислительной системы полётного контроллера БАС. Рассматриваются методология и принципы научного исследования, этапы, подготовка к эксперименту, составление и оформление технических отчётов, распространение и обсуждение результатов научного труда.

В процессе знакомства с методологией научно-технического исследования разбираются научные статьи, накапливаются полезные материалы о предметной области, развивается своё, индивидуальное видение проблем, возможных путей их решения, готовится почва для собственного исследования студентов.

Цель – достичь понимания того, куда и зачем двигаться в своих исследованиях в процессе работы над курсовой или дипломной работой (или проектом), магистерской или кандидатской диссертацией.

Объект исследования – программная составляющая БАС. А вот предмет исследования у каждого свой. Также, как цель, задачи, актуальность и планируемые результаты исследования, которые вполне могут стать научным открытием. Все эти моменты и «обкатываются» в рамках лаборатории.

### **Для кого это может быть интересно**

Для школьников (возможно), студентов (наверное), магистрантов (скорее всего), аспирантов (желательно) и всех, кто желает приобщиться к научным изысканиям в области программотехники (программирование, разработка программного обеспечения, программная инженерия) и системотехники (конструкция, аппаратные особенности, микропроцессорная начинка) БАС.

### **Начальные требования**

Интерес, живой и неподдельный, к прикладной, технической, инженерной науке, направленной на расширение знаний в сфере беспилотной авиации (управление полётом; программирование автономного следования по заданному пути, сбора и обработки информации, преодоления препятствий и т. д.).

## **3. Описание деятельности в рамках лаборатории**

Направления (согласно ПИШ – Передовые Инженерные школы):

- Авиационная техника.
- Цифровые технологии.
- Программная инженерия.

Далее в общем виде представлены ключевые моменты деятельности лаборатории, которые в дальнейшем, в процессе работы лаборатории, необходимо будет детализировать.

## Исследование предметной области

Конечный результат научного исследования, имеющего место в процессе разработки программного обеспечения (в рамках инженерной дисциплины), – предметно-ориентированные проектные решения для конкретной предметной области (т. е. «области знаний или деятельности, в которой пользователь использует программное обеспечение»). К ним относят различные технические и инженерные артефакты (т. е. промежуточные продукты проекта разработки), такие как описания концепций, модели (систематизированные описания), шаблоны (документов, интерфейсов (пользователя, модулей системы), анализа, дизайна архитектуры и др.), компоненты (подсистемы, классы, функции) и т. д., которые можно повторно использовать в разных программных проектах на разных этапах жизненного цикла продукта (уровнях абстракции) (см. рис. 2).

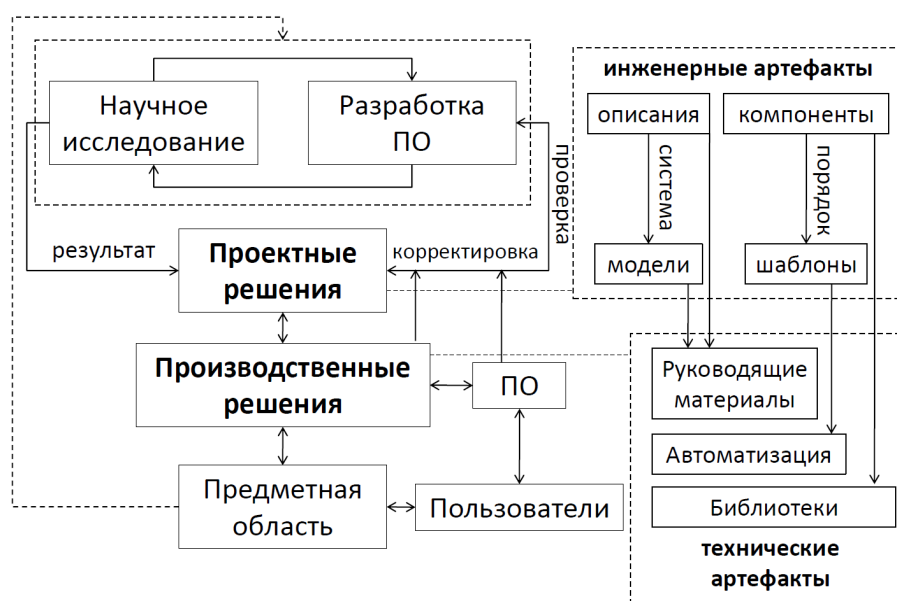


Рис. 2. Исследование предметной области

## Подготовка проектных решений

Центральная идея предметно-ориентированного проектирования – накопление опыта создания программных средств для конкретной предметной области в виде повторно применимых элементов ПО (модулей, библиотек компонентов, каркасов, инструментов, специальных языков, профилей настройки инструментов разработки, сценариев, схем и документации для различных этапов процесса разработки) (см. рис. 3).

## Архитектурное моделирование

В предметно-ориентированном проектировании под архитектурной средой (framework) понимают одну из форм программной инфраструктуры, реализующей

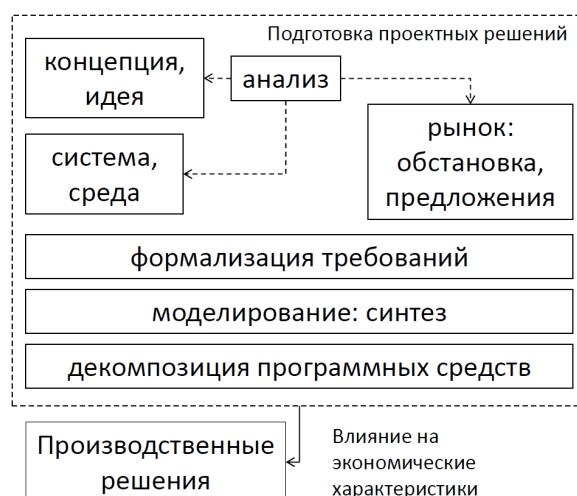


Рис. 3. Подготовка проектных решений

нужные функции. Она навязывает другим уровням архитектуры приложения определённые способы реализации, решает технические задачи и позволяет разработчику уровня предметной области (собственно ключевых функциональных компонентов системы) сосредоточиться на решении проблемы из предметной области, не отвлекаясь на второстепенные детали. Архитектурная среда – это уже сделанный «выбор проектных решений в предметной области» (см. рис. 4).

В рамках объектно-ориентированного проектирования тоже используется такое понятие, как «архитектурная среда», однако исторически сложилось, что в русскоязычной литературе она обозначена таким термином, как «каркас» (в английском это всё тот же framework). «Каркас – набор взаимодействующих классов, составляющих повторно используемый дизайн для конкретного класса программ» [4].

В программной инженерии можно встретить термин «стиль» (тоже framework в оригинале). В стандарте IEEE 1320.2 «Standard for Conceptual Modeling Language» отмечается, что «framework представляет собой проект (модель или код), предназначенный для многократного повторного использования, который может быть усовершенствован (специализирован) и расширен и на основе которого может быть реализована некоторая часть полных функциональных возможностей для многих приложений» [5].

Также используется словосочетание «архитектурная модель», под этим будет пониматься нечто, соответствующее двум следующим классическим (устоявшимся) определениям: «архитектура – концепция взаимосвязи элементов сложной структуры, включающая компоненты логической, физической и программной структур» [6]; «модель – материальный объект, система зависимостей или программа, адекватная объекту» [6]. Архитектурная модель будет выражаться логическими схемами, программной реализацией, физическими характеристиками и границами среды выполнения, а также поясняться соответствующими диаграммами.

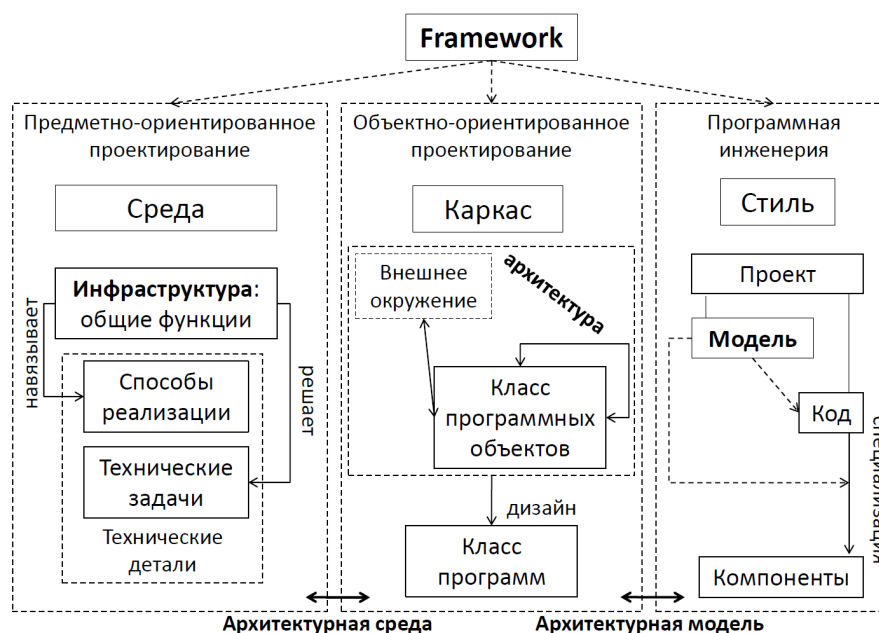


Рис. 4. Архитектурное моделирование

### Уточнение знаний

Каждая предметная область имеет свои характерные особенности, которые определяют свойства проектов и форму соответствующих проектных решений. Нельзя сказать заранее, какие средства нужны для решения той или иной задачи из предметной области. Необходимо провести исследовательские работы (с постепенной переработкой знаний и уточнением), разработать ряд экспериментальных проектов, проанализировать и обобщить полученные артефакты, найти смысловое ядро, суть, объединяющую приложения из предметной области (см. рис. 5).

### Совершение открытий

Работа в рамках научного исследования предполагает целенаправленное размышление над объектом исследования. Гипотеза Сепира – Уорфа, также известная как гипотеза лингвистической относительности, предполагает, что структура языка определяет мышление и способ познания реальности. Согласно этой гипотезе, люди, говорящие на разных языках, по-разному воспринимают мир и мыслят. Тот факт, что мы говорим на одном и том же государственном языке, не означает что мы используем этот язык одинаково. Да, у нас может быть один общий синтаксис и одна грамматика, но семантика далеко не всегда одна. Из-за того, что мы чувствуем мир немного по-разному, по своему его переживаем, смысл, который мы вкладываем в слова и их сочетания, может различаться. От субъективности в таком случае уйти сложно. Но наука, насколько мы знаем, должна стремиться к объективности (см. рис. 6).

Методология научного исследования предлагает схемы, которые пусть и не гарантируют, но способствуют выработке объективного знания.



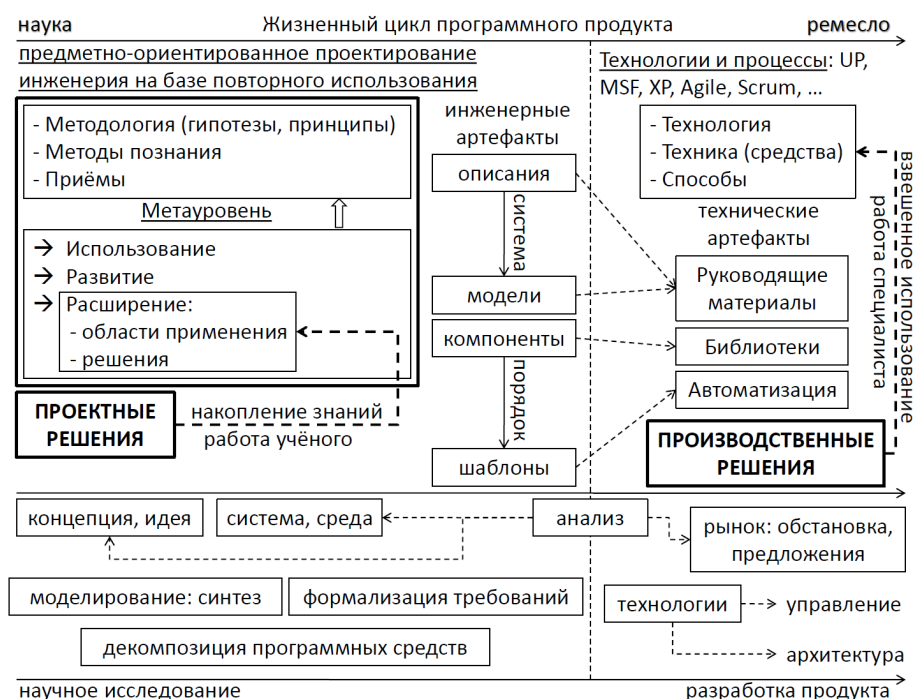


Рис. 7. Переход к производственным решениям

- Проекция объекта. Предположения о сущности объекта.
- Выделение характеристик, качеств, свойств объекта.
- Анализ динамики объекта, как системы, её развития и преобразований.
- Детализация объекта и его содержательно-смыслового представления.
- Типизация объекта. Описание принципов и закономерностей.
- Концептуальное и логическое моделирование.
- Дистилляция знаний. Отсеивание второстепенных деталей. Определение предмета. Выход к смысловому ядру исследования.

Программа исследования – это вопросы, которые стоит внимательно проработать. Помогает определиться с собственной, авторской программой исследования. Это отразится на характере исследования и поможет окончательно сформулировать цель и задачи исследования, выделить предмет и выбрать методы исследования. Работая в рамках программы, мы должны прийти к значимым результатам исследования, обладающим научной новизной.

### Переход к производственным решениям

Следующая схема (рис. 7) условно намекает нам на то, что наука – это то, что левее, а производство – это то, что правее. А программотехника – это вся та концептуальная среда, тот контекст, в котором происходит всё это. «Концептуальная среда – это место существования изучаемого многомерного объекта, в котором он зарождается, получает развитие и наполняется новым фактическим материалом» [7]. Переход от абстрактного к конкретному, от теории к практике и обратная связь, повторение, корректировка и обобщение.



## Заключение

В статье был рассмотрен проект лаборатории научно-технического анализа программной составляющей БАС. Предложены схемы, позволяющие составить некоторое представление о деятельности в рамках лаборатории. Впереди ещё много работы по детализации деятельности, внедрению идеи и привлечению молодых исследователей.

## Литература

1. Гусс С.В. Разработка семейства программных систем в специфической предметной области // Математические структуры и моделирование. 2011. Вып. 22. С. 55–68.
2. Гусс С.В. Пакет вспомогательных средств для построения семейства программных систем в определённой предметной области // Программная инженерия. 2011. № 1. С. 25–33.
3. Научно-техническое исследование программной составляющей БАС. Stepik. URL: <https://stepik.org/course/216056> (дата обращения: 24.11.2024).
4. Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма [и др.]. СПб.: Питер, 2008. 366 с.
5. Батоврин В.К. Системная и программная инженерия. Словарь-справочник. М.: ДМК Пресс, 2010. 280 с.
6. Першиков В.И., Савинков В.М. Толковый словарь по информатике. М.: Финансы и статистика, 1991. 543 с.
7. Синельникова Л.Н. Концептуальная среда фронтального дискурса в гуманитарных науках // Russian Journal of Linguistics. 2020. Т. 24, № 2. С. 467–492.

## SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH OF THE SOFTWARE COMPONENT OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

**S.V. Guss**

Assistant Professor, e-mail: [sviat@v-guss.ru](mailto:sviat@v-guss.ru)

Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russia

**Abstract.** The idea of creating a laboratory for scientific and technical analysis of the software component of unmanned aircraft systems is considered. The features of involving young people in engineering and scientific research are presented. Schemes are given that summarize the activities within the framework of research work.

**Keywords:** flying robotics, UAV, UAS, software engineering.

*Дата поступления в редакцию: 24.11.2024*