

## КОМПЛЕКСНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ УДОБСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ВИЗУАЛИЗАТОРОВ УПРАВЛЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ

Ю. А. Кузнецова

*Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», Украина*

Научный руководитель И. Б. Туркин

### **Введение**

При разработке программного обеспечения (ПО), реализующего управляющий алгоритм реального времени (УА РВ), основное время уходит на его анализ и отладку. Так, наиболее значимая часть испытаний бортовых систем космических аппаратов, относящихся к классу систем реального времени, проводится в автоматическом режиме, а продолжительность отдельных режимов испытаний составляет часы.

При этом в связи с необходимостью отработки взаимодействия с бортовой аппаратурой при всех возможных ситуациях на борту космического аппарата (в том числе нештатных), трудоемкость разработки, тестирования и верификации управляющего алгоритма составляет, по экспертным оценкам, около 57 % от общей трудоемкости проекта [1].

Сложная иерархическая структура управляющего алгоритма усложняет понимание оператором как структуры УА в целом, так и отдельных его составных частей, что не позволяет ускорить процесс обнаружения и устранения ошибок, которые могут привести к возникновению нештатной ситуации.

Основным направлением решения этой проблемы является использование интерактивной визуализации УА РВ. Универсальным средством представления управляющих алгоритмов являются графы [2]. Поэтому методы визуализации графовых структур представляют собой теоретическую основу методов визуализации управляющих алгоритмов. Чтобы повысить наглядность изображения графа принято руководствоваться эстетическими критериями [3].

Проблемой является то, что невозможно удовлетворить все критерии одновременно из-за их взаимопротиворечивости или из-за сложности алгоритмической реализации. Имеется ряд методов, которые удовлетворяют только отдельным эстетическим критериям в задачах визуализации графов. Однако они не являются универсальными и используются только для рисования статических графов.

Таким образом, необходимость создания специфического метода для комплексного оценивания графического интерфейса (ГИ) визуализатора управляющих алгоритмов объясняется отсутствием универсальных достаточно производительных методов оценки эффективности визуализаторов УА.

### **Постановка задачи**

Цель данной работы состоит в обосновании метода, позволяющего повысить эффективность оценивания удобства использования ГИ визуализаторов управляющих алгоритмов за счет измерения объективных показателей качества интерфейса и дополнительного учета результатов экспертного оценивания.

### **Метод оценки удобства использования ГИ визуализатора УА**

Решение задачи оценивания удобства использования (УИ) с помощью разработанного метода предполагает следующие этапы:

1. Построение экспертами иерархической структуры УИ. Включает разработку метрик структурным методом «сверху-вниз» (IEEE Std. 1061) и содержит следующие уровни:

а) верхний уровень иерархии – показатели УИ. Выбор показателей выполняется на основе сложившихся требований к УИ с использованием отраслевых стандартов, собственной базы исторических данных об УИ, созданных ПП, и информации об ожиданиях пользователей. Устанавливаются приоритеты и связи показателей с требованиями, а также допустимые диапазоны для числовых значений показателей (с помощью менеджеров и/или заказчика);

б) средний уровень иерархии – атрибуты УИ. На этом уровне выполняется декомпозиция показателей УИ в измеряемые атрибуты;

с) нижний уровень иерархии – метрики УИ. Атрибуты УИ декомпозируются в метрики, определяющие меры, которые могут быть непосредственно оценены в числовой форме пользователями при использовании (взаимодействии с) ПП. На основе метрик вычисляются текущие значения атрибутов и показателей верхних уровней иерархии.

2. Вычисления значений атрибутов УИ на основании метрик, значения которых получены на основе оценок пользователей.

3. Построение математической модели оценки УИ, что позволяет, согласно иерархической модели, приводить отдельные значения критериев УИ, полученные на основе оценок пользователей и ранжирований экспертов, к единой числовой оценке. Если обнаружен уровень УИ равный или больше заданного, то формируется отчет, в противном случае необходимо перейти к п. 4.

4. Построение математической модели обеспечения УИ. Математическая модель оценки УИ дополняется функцией трудоемкости изменения показателей удобства использования, тем самым получается модель обеспечения установленного (заданного) уровня УИ оптимальным образом.

5. Формирование оптимального варианта обеспечения заданного уровня УИ. Результатом будет набор показателей, требующих улучшения (с учетом величины изменения каждого показателя). Для определения влияния изменяемых показателей на УИ предлагается установить наличие и форму связи между парами рассматриваемых показателей [4].

6. Внедрение полученного варианта изменений показателей и контроль достижения установленного (заданного) уровня УИ на следующей итерации, при необходимости – корректировка моделей.

Этап 1 соответствует процессу планирования удобства использования, на выходе которого получается иерархия критериев УИ для конкретного ПП. Этапы 2–3 касаются процесса контроля УИ, в частности оценивания. Результаты такого оценивания влияют на процесс обеспечения УИ – этапы 4–5. Этапы 5–6, связанные с управлением изменениями (установление зависимостей между показателями УИ) и контролем результатов внедрения изменений.

Итерационную оценку УИ при применении метода в итерационных методологиях создания программных продуктов (ПП) следует понимать как такую, которая проводится на каждой итерации, т. е. в завершеном цикле создания, который приводит к выпуску продукта или его новой версии [5].

Для неитерационных методологий разработки ПП итерационность оценки УИ означает ее повторяемость в процессе управления. Полученные рекомендации относительно варианта изменений показателей УИ необходимо внедрять начиная с этапа проектирования, на котором основным результатом является описание базовой архитектуры ПП. Свойства УИ связаны с архитектурой ПП и могут быть рассмотрены при применении разработанного метода в рамках концепции паттернов УИ. Эффективность использования тех или иных паттернов УИ и их перечень зависят от

особенностей ПП и должны определяться специалистами в конкретных условиях создания ПП. Уточнение архитектуры и ее компонентов, кроме воздействия на рабочие продукты следующих этапов жизненного цикла (ЖЦ) ПП, могут привести к необходимости переопределения требований, т. е. внесение изменений на начальном этапе ЖЦ.

Принципиальная особенность данного метода заключается в том, что в нем предусматривается не только оценивание, но и управление УИ в процессе разработки ПП. Последнее достигается путем автоматизированного построения варианта обеспечения заданного (установленного) уровня УИ на следующей итерации оптимальным образом на основе математических моделей оценки и обеспечения УИ, ориентированных на использование отзывов пользователей. Под вариантом обеспечения УИ подразумевается одна из возможных реализаций изменения показателей УИ, при которой получается заданный разработчиком уровень УИ.

### **Заключение**

1. Научная новизна полученных результатов заключается в том, что получили дальнейшее развитие методы оценивания ГИ визуализатора управляющих алгоритмов за счет измерения объективных показателей качества интерфейса и дополнительного учета экспертной оценки, что позволяет повысить итоговую точность оценивания.

2. Практическое значение полученных результатов: метод комплексного оценивания ГИ, реализующие его алгоритмы, и модель удобства использования могут быть использованы при оценивании ГИ программных продуктов. Например, оценка человеко-машинных интерфейсов в системах визуализации графов.

Перспективой настоящей работы является дальнейшее развитие математических моделей комплексного оценивания ГИ визуализаторов управляющих алгоритмов, а также разработка программного продукта, позволяющего оценить качество интерфейса с учетом существующих международных стандартов качества программного обеспечения. ПП также дает возможность оценить субъективную удовлетворенность пользователей при взаимодействии с визуализатором управляющих алгоритмов на основе международных стандартов оценки удобства использования ПП. Графический интерфейс визуализатора управляющих алгоритмов разрабатывался с учетом современных подходов проектирования: Activity-centered design, Contextual Design, Empathic Design, Goal-Directed Design, Participatory Design, Sociable Design, Task-Centered Design, Usage-Centered Design, User-Centered Design, User Experience Design [6].

### **Литература**

1. Тюгашев, А. А. Синтез и верификация управляющих алгоритмов реального времени для бортовых вычислительных систем космических аппаратов : автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.13.12 / А. А. Тюгашев ; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. – Самара, 2007. – 32 с.
2. Теоретические основы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов / В. В. Кульба [и др.]. – М. : Наука, 2006. – 579 с.
3. Алексеенко, Е. А. Оценка качества пользовательского интерфейса / Е. А. Алексеенко, Е. В. Гавриленко // Управляющие системы и машины. – 2000. – 42 с.
4. Магазаник, В. Д. Человеко-компьютерное взаимодействие : учеб. для вузов / В. Д. Магазаник. – СПб. : Логос, 2007. – 270 с.
5. Мунипов, В. М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды : учеб. для вузов / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. – М. : Логос, 2001. – 356 с.
6. Раскин, Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем : пер. с англ. / Д. Раскин. – СПб. : Символ-Плюс, 2003. – 272 с.