

В.А. Балыбердин, доктор технических наук, профессор  
Е.Б. Маркелов, кандидат технических наук

### **Некоторые вопросы оценки и обеспечения качества программных средств комплекса разведки, управления и связи «Стрелец»<sup>1</sup>**

*Определяется необходимость постановки и решения ряда исследовательских задач, связанных с методологией оценки и обеспечения качества программных средств (ПС) комплекса разведки, управления и связи (КРУС) «Стрелец». Анализируется состояние нормативной базы по вопросам оценки и обеспечения качества ПС систем и комплексов управления. Обосновывается система критериев оценки качества ПС КРУС.*

В последнее десятилетие вопросы автоматизации управления войсками и оружием получили существенное развитие в отношении низового звена общевойсковой подсистемы управления: рота-взвод-отделение-отдельный военнослужащий. Прошедшие испытания КРУС «Стрелец» показали, что комплекс обеспечивает решение основного множества задач, необходимых для боевого управления в низовом звене, таких как обеспечение связи и передачи данных, индивидуальной и групповой навигации, измерения координат и обнаружения целей, целеуказания, выработки данных для применения стрелкового оружия и средств ближнего боя и др.<sup>2</sup>

В комплекс входят персональный компьютер командира, радиостанция спутниковой связи, УКВ-радиостанция, дальномерно-угломерный прибор, портативная РЛС ближней разведки «Фара-ВР», унифицированная аппаратура передачи информации, а также системы индивидуальной и групповой навигации, работающие по данным ГЛОНАСС и GPS. Кроме того, КРУС оснащен системой опознавания «свой-чужой». Он может сопрягаться с отечественными средствами разведки и целеуказания, радиолокаторами, приборами прицеливания и беспилотными летательными аппаратами. Все это является основой для дальнейшего развития и совершенствования КРУС.

Проведенные испытания и многочисленные демонстрации КРУС показали, что комплекс является хорошим помощником командиров тактического звена. Он обеспечивает подготовку основной информации, необходимой при организации и ведении боевых действий ротой, взводом, отделением и отдельным военнослужащим.

Значительную роль в обеспечении реализации необходимых функций управления в КРУС «Стрелец» играют программные средства (ПС) комплекса. Предварительный анализ показывает, что дальнейшее развитие комплекса во многом связано с расширением и усложнением функций управления, реализация которых может быть выполнена за счет наращивания возможностей ПС комплекса. В этом свете становится очевидной необходимость постановки и решения ряда исследовательских вопросов, связанных с методологией оценки и обеспечения требуемого уровня характеристик качества ПС КРУС «Стрелец». Эти вопросы до настоящего времени, к сожалению, не получили должного освещения в отечественной литературе. Между тем их важность при задании требований к комплексу и проверке качества их реализации приобретает существенное значение.

1 Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 16-08-00502.

2 Гаврилов Ю. Солдату – навигатор, командиру – планшет // Российская газета. – 2014. – 22 декабря; Орлов В. Универсальный солдат 21 века // [http://www.liveinternet.ru/users/blog\\_soldier/post144660868/](http://www.liveinternet.ru/users/blog_soldier/post144660868/).

Вполне очевидно, что решение указанных вопросов целесообразно осуществлять на базе имеющихся наработок в отношении АСУ более высокого уровня управления, таких как Единая система управления (ЕСУ) тактического звена (ТЗ), и с учетом существующих подходов и тенденций в области оценки и обеспечения качества ПС АСУ в целом [1]. В этом плане интерес представляет анализ существующего положения в рассматриваемой области с учетом специфики функционирования низового звена управления войсками.

В настоящее время существует ряд нормативных документов, посвященных вопросам оценки и обеспечения качества ПС систем и комплексов управления. На международном уровне отработана и практически освоена система стандартов, регламентирующая критериальную базу оценки качества ПС (международные стандарты ISO/IEC 9126, 14258), и заканчивается отработка новых стандартов серии ISO/IEC 2500, построенных с учетом накопленного практического опыта использования ПС. Большие подвижки также наметились и в вопросах стандартизации процессов контроля и обеспечения качества ПС, в частности, практически завершена отработка стандартов серии ISO/IEC 29119, регламентирующих решение вопросов тестирования ПС в самом широком смысле этого понятия. В этих стандартах суммирован практический опыт значительного числа реальных разработок ПС систем управления.

К сожалению, в отечественной системе стандартов к настоящему времени практически внедрены в этом плане лишь два стандарта (ГОСТ 28806-90 и ГОСТ Р ИСО-МЭК 9126-93), содержащие основные положения стандарта 9126 первых редакций. Более ранний стандарт ГОСТ 28195-89 заметно отстает от основных положений международных стандартов. Однако работа по освоению международных стандартов продолжается.

В соответствии с упомянутыми стандартами в настоящее время предлагается к практическому использованию система критериев (показателей) оценки качества ПС, представленная на схеме рисунка 1 в виде некоторой совокупности характеристик (верхний уровень) и подхарактеристик (нижний уровень) ПС.



Рисунок 1 – Система критериев оценки качества ПС

Дадим соответствующие определения основных характеристик ПС.

*Функциональность ПС* – совокупность свойств ПС, определяемая наличием и конкретными особенностями набора функций, способных удовлетворять заданные или подразумеваемые потребности заданного назначения ПС.

*Надежность ПС* – совокупность свойств ПС, характеризующая способность ПС сохранять заданный уровень пригодности в заданных условиях в течение заданного времени.

*Удобство использования ПС* – совокупность свойств ПС, характеризующая усилия, необходимые для его использования и индивидуальную оценку результатов его использования заданным или подразумеваемым кругом пользователей ПС.

*Эффективность ПС* – совокупность свойств ПС, характеризующая те аспекты его уровня пригодности, которые связаны с характером и временем использования ресурсов, необходимых при заданных условиях функционирования.

*Сопровождаемость ПС* – совокупность свойств ПС, характеризующая усилия, которые необходимы для его модификации.

*Мобильность ПС* – совокупность свойств ПС, характеризующая приспособленность его для переноса из одной среды функционирования в другие.

*Комплексируемость ПС* – определяется наличием возможности взаимодействия ПС при функционировании с заданной номенклатурой других ПС или систем.

*Защищенность ПС* – определяется способностью предотвращать несанкционированный доступ к программам и данным, а также степень удобства и полноты обнаружения результатов такого доступа или действий по разрушению программ и данных.

Представленный перечень критериев оценки ПС достаточно полно и всесторонне характеризует качество ПС. Вместе с тем, для каждого конкретного применения ПС отдельные критерии могут существенно различаться по значимости оцениваемых свойств ПС. Поэтому значительный интерес представляет оценка относительной значимости («важности») этих критериев для рассматриваемой прикладной области (КРУС).

Анализ показывает, что проведение подобной оценки связано с необходимостью использования понятий и категорий нечеткой среды, в том числе – характеристик качественного уровня. Для решения подобного рода задач применяются методы оперирования с нечеткими понятиями. Одним из наиболее известных методов такого рода является метод анализа иерархий (МАИ), основные положения которого были разработаны Т. Саати [2].

В основе МАИ лежит идея декомпозиции процесса решения сложной задачи выбора наилучшего варианта решения до совокупности простых задач парных сравнений отдельных вариантов. При этом большим достоинством метода является возможность проведения оценки множества высказанных суждений при парных сравнениях вариантов на непротиворечивость. Такой подход хорошо зарекомендовал себя при решении большого количества практических задач в различных областях знаний.

В таблице 1 представлены результаты оценки относительной значимости критериев (на уровне характеристик) рисунка 1 при оценке качества ПС для прикладной области КРУС «Стрелец», полученные с использованием МАИ.

Таблица 1 – Относительная значимость критериев (характеристик) оценки качества ПС

Функциональность	Эффективность	Комплексируемость	Удобство использования	Надежность	Защищенность	Сопровождаемость	Мобильность
0,24	0,14	0,05	0,14	0,24	0,10	0,05	0,04

Анализируя информацию, представленную в таблице 1, можно выделить три группы характеристик.

Наиболее значимыми для рассматриваемой предметной области являются характеристики функциональности и надежности ПС. Это вполне ясно, поскольку эти характеристики в основном определяют, насколько работоспособны ПС КРУС, т. е. насколько полно, правильно и надежно реализуются те функции управления боевыми действиями, которые возлагаются на КРУС.

Далее по значимости следуют характеристики защищенности, удобства использования и эффективности ПС. Характеристики удобства использования и эффективности ПС непосредственно влияют на боевые возможности КРУС и поэтому требуют отдельного учета. Характеристика защищенности, хотя и не играет в низовом звене той роли, которая ей отводится в более высоких звеньях управления, однако связана с введением определенных мер защиты информации, необходимых в условиях боевого применения КРУС.

Характеристики следующей группы (комплексированности, сопровождаемости и мобильности ПС) имеют невысокие оценки значимости. Эти характеристики связаны с технологическими процессами разработки ПС, непосредственного влияния на боевые возможности КРУС практически не оказывают и поэтому в дальнейшем рассмотрении не участвуют.

Проанализируем более подробно критерии первых двух групп, спустившись на уровень подхарактеристик.

Характеристика «функциональность» имеет три подхарактеристики:

- *функциональная полнота*, определяемая степенью, с которой набор реализованных функций покрывает все специфические задачи и потребности пользователя;
- *функциональная корректность*, определяемая степенью, с которой ПС или система предоставляет корректные результаты с необходимой точностью;
- *функциональное соответствие* как степень, с которой реализуемые функции способствуют выполнению задач и специфических потребностей пользователя.

Фактор функциональной полноты обычно трактуют в плане покрытия задач и потребностей пользователя, непосредственно отражаемых в ТЗ на систему. В этом плане фактор функционального соответствия представляется излишним. Однако в трактовке собственно характеристики функциональности заложено требование учета *подразумеваемых потребностей* приложения. На такую расширенную трактовку и «работает» фактор функционального соответствия. Поэтому в рассматриваемой прикладной области оба рассмотренных фактора являются необходимыми подхарактеристиками функциональности.

Отметим также, что фактор функциональной корректности для КРУС, в котором решаются такие задачи, как целеуказание, является важной подхарактеристикой функциональности, непосредственно влияющий на боевые возможности КРУС.

Таким образом, в рассматриваемой прикладной области характеристику функциональности ПС следует определять посредством трех указанных подхарактеристик.

Характеристика надежность ПС имеет подхарактеристики:

- *завершенность* – определяется частотой отказов, обусловленных дефектами программного средства;
- *отказоустойчивость* – определяется способностью ПС поддерживать необходимый уровень пригодности при проявлении дефектов ПС или нарушении установленных интерфейсов;
- *восстанавливаемость* – определяется возможностью осуществления, трудоемкостью и продолжительностью действий по восстановлению ПС своего уровня пригодности, а также непосредственно подвергшихся воздействию данных в случае отказа;
- *готовность*, определяемая той частью общего времени, в течение которой система, ПС или компонент доступен для использования.

Проведенный анализ содержательной трактовки указанных выше подхарактеристик надежности ПС и специфики функционирования ПС КРУС позволяет сделать некоторые выводы:

(1) С точки зрения целевого назначения КРУС наиболее важное значение приобретают вопросы обеспечения высоких значений показателей завершенности и отказоустойчивости ПС как факторов, непосредственно обеспечивающих бесперебойное функционирование КРУС. Это вполне ясно: чем меньше ошибок содержит ПС и более устойчиво ПС к возможным ошибкам, тем выше работоспособность КРУС.

(2) Специфика использования ПС КРУС не позволяет устранять возникающие ошибки в ПС силами пользователей. Такие ошибки периодически устраняются Разработчиком ПС в рамках отработки поступающих рекламаций. Поэтому фактор восстанавливаемости ПС в большей степени касается Разработчика. Заказчик в данном случае виновен в некачественной приемке опытного образца. В этих условиях количественная оценка восстанавливаемости ПС, как и готовности ПС, определяется во многом организационными аспектами взаимодействия с Разработчиком ПС и поэтому мало отражает качественные аспекты прикладного использования ПС.

В свете изложенного становится ясной важность обеспечения высокого уровня завершенности и отказоустойчивости ПС КРУС.

Характеристика удобство использования ПС включает следующие подхарактеристики:

- *понимаемость* – определяется затратами усилий пользователя на понимание логической концепции ПС;
- *осваиваемость* – определяется затратами усилий, необходимых для освоения правил применения ПС;
- *управляемость* – определяется затратами усилий пользователя непосредственно на эксплуатацию и управление функционированием ПС;
- *защита от ошибок пользователя* (здесь не требуется пояснений);
- *качество интерфейса* пользователя, характеризующее степень удовлетворенности пользователя интерфейсом с ПС;
- *доступность*, определяющая возможности использования ПС или системы людьми с ограниченными возможностями с учетом соответствующей специфики.

Анализ основных факторов характеристики удобство использования ПС показывает, что для рассматриваемой прикладной области наибольшую значимость имеют факторы осваиваемости, управляемости и защиты от ошибок пользователя. Поэтому в процессе создания и испытаний КРУС основное внимание следует уделять именно вопросам практического воплощения возможностей, определяемых реализацией этих факторов в образце.

Характеристика защищенность ПС включает пять подхарактеристик, к которым относятся:

- *конфиденциальность*, характеризуемая степенью уверенности, что при использовании ПС или системы данные будут доступны лишь при наличии требуемых прав доступа;
- *целостность*, определяемая возможностью предотвращения системой, ПС или компонентом несанкционированного доступа или модификации программ и данных;
- *признаваемость*, характеризуемая способностью не отвергать действия или события, которые были однажды признаны реальными;
- *подотчетность*, определяемая способностью отслеживания действий каждого объекта;
- *аутентичность*, определяемая способностью различения подлинности любого субъекта или ресурса.

Аналогичный анализ факторов характеристики защищенности позволяет выделить факторы конфиденциальности, целостности и аутентичности как наиболее значимые для рассматриваемой области применения ПС.

Характеристика эффективности ПС имеет подхарактеристики:

- *времяемкость* – определяется временем реакции на запросы, скоростью обработки данных и пропускной способностью;
- *ресурсоемкость* – определяется объемом используемых при функционировании ПС ресурсов и продолжительностью их использования;
- *предельные возможности*, определяемые максимальными возможностями по обслуживанию пользователей (максимальное число одновременно работающих пользователей, максимальный поток взаимодействий и др.).

Для характеристики эффективности ПС основную значимость следует связывать с факторами времяемкость и предельные возможности, которые определяют такие важные свойства КРУС, как оперативность и предельные возможности по обслуживанию пользователей.

В результате проведенного анализа получаем некоторое множество характеристик и подхарактеристик для оценки качества ПС КРУС с учетом основных особенностей КРУС как системы боевого управления низового звена (таблица 2). Полученные результаты могут быть использованы при формулировке технических заданий на модернизацию ПС КРУС, а также при проведении различного рода испытаний ПС.

Таблица 2 – Предлагаемая структура критериев оценки качества ПС КРУС

Функциональность ПС	Надежность ПС	Удобство использования ПС	Эффективность ПС	Защищенность ПС
Функциональная полнота Функциональное соответствие Функциональная корректность	Завершенность Отказоустойчивость	Осваиваемость Управляемость Защита от ошибок пользователя	Времяемкость Предельные возможности	Конфиденциальность Целостность Аутентичность

Дальнейшие исследования в этом направлении должны быть очевидным образом ориентированы на разработку методического аппарата, обеспечивающего получение количественных оценок качества ПС КРУС на базе представленного множества критериев оценки качества ПС.

Таким образом, из изложенного материала можно сделать следующие основные выводы:

1. Значительную роль в обеспечении реализации необходимых функций управления в КРУС «Стрелец» играют программные средства комплекса. Дальнейшее развитие комплекса во многом связано с расширением и усложнением функций управления, реализация которых может быть выполнена за счет наращивания возможностей ПС комплекса.

2. В процессе развития комплекса большую актуальность приобретает проблема создания методологии оценки и обеспечения качества ПС КРУС «Стрелец», включая разработку практических методик оценки качества ПС КРУС. В основу решения указанной проблемы могут быть положены представленные авторами предложения по содержанию системы критериев оценки качества ПС КРУС.

#### Список использованных источников

1. Балыбердин В.А., Маркелов Е.Б., Степанов О.А., Морозов О.С., Шумило Д.А. Некоторые проблемные вопросы оценки и обеспечения надежности программных средств АСУВ // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2016. – № 3. – С. 23-28.

2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.