

**И. Б. Зарубин**, ст. преподаватель, e-mail: simarglz@yandex.ru,  
**А. Д. Филинских**, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой, e-mail: alexfil@yandex.ru,  
**Т. И. Балашова**, канд. техн. наук, доц., e-mail: tibalashova@mail.ru,  
Нижегородский Государственный Технический Университет, г. Нижний Новгород

## Оценка тестового покрытия интерфейса пользователя в многокомпонентных информационных системах

*Рассмотрен метод оценки полноты покрытия проверочными сценариями графического интерфейса пользователя в информационных системах, которые состоят из множества взаимосвязанных модулей, путем построения ориентированного графа возможных взаимосвязей элементов информационной системы с приданием веса каждой связи и нормировкой по числу взаимосвязей. Описаны достоинства и недостатки рассмотренного метода, условия успешного использования рассмотренного метода для проверки качества графического интерфейса пользователя (ГИП) в многомодульных информационных системах.*

**Ключевые слова:** проверка качества ГИП, тестовое покрытие, метод ориентированного графа возможных взаимодействий, регрессионное тестирование

### Введение

Стремительное развитие рынка информационных технологий и, как следствие этого, возникшая высокая конкуренция на этом рынке привели к острой необходимости резкого сокращения сроков разработки информационных систем (ИС). Стали применяться более гибкие и быстрые процессы реализации проектов — Agile [1] вместо Waterfall [2], и в рамках парадигмы сокращения затрачиваемых на разработку проекта ресурсов возникла необходимость в оперативной оценке качества ИС в целом [3], а особенно — графического интерфейса пользователя (ГИП). При этом необходимо учитывать, что ГИП является важнейшей составляющей неспециализированной ИС и вносит значимый вклад в ее успешность. Именно поэтому корректности работы ГИП необходимо уделять особое внимание.

ГИП современной ИС представляет собой, как правило, весьма обширный набор взаимосвязанных между собой элементов — кнопки, поля для ввода текста, списки, метки, переключатели и пр. При оценке качества ГИП [4] одним из ключевых вопросов является вопрос покрытия возможностей и элементов системы прове-

рочным сценариями (тестами), иными словами, вопрос "а все ли мы проверили?". В настоящее время существует несколько методик, которые позволяют с некоторой степенью достоверности понять покрытие ИС тестами. Наиболее распространенные среди них — матрица трассировки [5], а также тестирование по "пользовательским историям" (userstories) [6].

Использование матрицы трассировки требует четко сформулированных и достаточно полных требований к ИС, что в современных реалиях, как правило, невозможно. Полное покрытие матрицы трассировки проверочными сценариями требует значительных тестовых ресурсов, что также трудно реализуемо в процессе создания относительно небольших ИС.

Тестирование на основе "пользовательских историй", напротив, позволяет оперативно оценить качество ИС с точки зрения основных пользовательских сценариев использования, но не способно доподлинно оценить качество всех компонентов, возможностей и сценариев использования системы, состоящей из нескольких взаимосвязанных компонентов.

Кроме того, случаются ситуации, когда процесс проверки качества выполняется для существующих ИС, которые переданы в экс-

плуатацию. В этой ситуации вопрос о полноте покрытия тестовыми сценариями встает наиболее остро и требует оперативного ответа. В качестве быстрого ответа на вышеуказанный вопрос предлагается реализовать граф [7] взаимодействий для элементов ГИП.

### Граф взаимодействий элементов ГИП

Методика оценки покрытия ИС проверочными сценариями на основе построения графа взаимодействий основана на том, что каждый элемент ГИП представляется в виде узла графа, а ребра графа — это возможные связи между элементами.

На рис. 1 показано диалоговое окно, в котором наполнение групп элементов 2, 3 и 4 зависит от значения поля со списком 1.

Представим элементы ГИП 1, 2, 3 и 4 в виде узлов графа и определим взаимодействия между узлами, где Obj1 — это поле со списком KQI, Obj2, Obj3 и Obj4 — соответственно группы элементов 2, 3 и 4 на рис. 1 (рис. 2)

На основании данного графа хорошо видно, что необходимо разработать как минимум, три проверки на группы элементов Obj2, Obj3 и Obj4 — по зависимости этих элементов на выбранное пользователем значение поля со списком KQI. В данной методике необходимо учитывать только те элементы ГИП, которые оказывают друг на друга влияние. Иными словами, нет необходимости создавать проверочный сценарий для совместного взаимодействия элементов Obj2, Obj3 и Obj4.

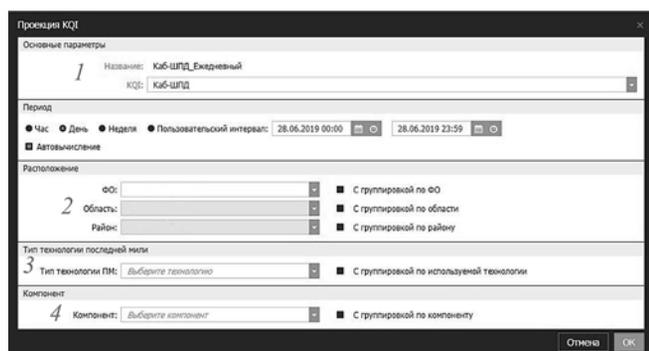


Рис. 1. Диалоговое окно создания проекции

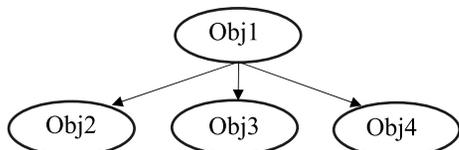


Рис. 2. Схема 1 — простой граф взаимосвязи элементов ГИП

Таким образом, представив элементы ГИП в виде графа, можно оценить число необходимых проверочных сценариев для всех ИС в целом, а также определить области, не покрытые тестами (gaps).

### Приоритет тестов при использовании методики графа взаимодействий

Как уже говорилось выше, современная ИС — это, как правило, очень обширный набор объектов графического интерфейса. Очевидно, что в этом случае при использовании метода графов для оценки покрытия функционала ИС проверочными сценариями может возникнуть ситуация, когда будет необходимо разработать и выполнить большое число тестов, что очень сложно в ситуации, когда существует недостаток тестовых ресурсов и/или времени для проведения проверки ИС. В этих случаях предлагается использовать приоритезацию взаимосвязей между элементами (рис. 3).

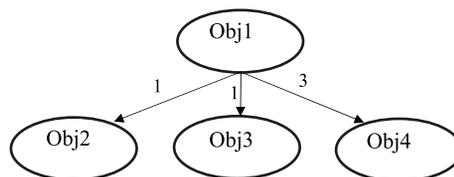


Рис. 3. Схема 2 — граф взаимосвязи элементов ГИП с приоритетами

На схеме 2 взаимосвязям элементов ГИП был назначен приоритет (1 — высокий, 2 — средний, 3 — низкий). Под приоритетом понимается важность взаимосвязи с точки зрения бизнес-процесса/важности для конечного пользователя. При наличии разделения всех проверочных сценариев по приоритетам появляется возможность более гибко подходить к отбору тестов для первоочередного запуска и, соответственно, находить приоритетные ошибки в ИС раньше, нежели при простом, поочередном запуске тестов, что сделает тестирование более эффективным [8].

### Нормировка суммарной приоритетности связей по длине взаимодействия

Для оптимизации числа необходимых проверок, а также для сокращения необходимых для корректного запуска тестов предварительных настроек ИС применяют несколько последовательных действий, после каждого из которых

проверяется корректность реакции системы. Кроме того, действия пользователя, как правило, представляют собой последовательность действий из нескольких шагов, не ограничиваясь единичным воздействием на систему.

В качестве примера на рис. 4 (см. вторую сторону обложки) представлено диалоговое окно вычисления качества сервиса. Предположим, что после выбора в поле со списком 1 значения Каб-ШПД в группе 2 становятся доступны возможные опции ограничения вычисления по расположению сервиса. От значения поля со списком 2.1 зависит доступность флага 2.1.1 и набор значений в поле со списком 2.2. Значение поля со списком 2.2, в свою очередь, влияет на доступность флага 2.2.1 и на доступные значения поля со списком 2.3. При этом выбранные значения элементов графического интерфейса 2.1, 2.2 и 2.3 формируют значение поля 0.

В виде графа взаимодействие этих элементов интерфейса ИС можно представить так, как показано на рис. 5

Используя схему 3, также можно оценивать полноту покрытия тестовыми сценариями элементов и взаимодействий ИС, но оценка приоритетности проверочного сценария с несколькими последовательными действиями нуждается в уточнении. Для корректной оценки приоритета сценария из нескольких действий, имеющих различный приоритет, необходима нормировка по числу действий.

$$\text{Приоритет сценария} = \frac{\sum w}{N},$$

где  $w$  — приоритет взаимодействия;  $N$  — число взаимодействий.

Таким образом, приоритет сценария равен отношению суммы приоритетов всех взаимодействий к числу взаимодействий.

Данная методика позволяет оперативно оценить тестовое покрытие ИС с учетом приоритетов и выявить области, которые не по-

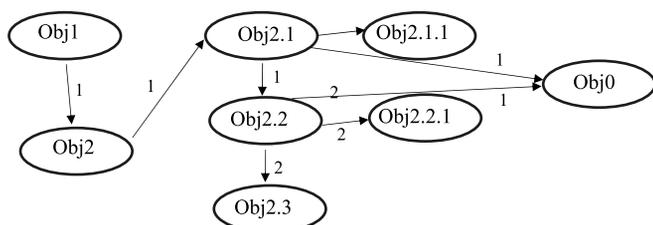


Рис. 5. Схема 3 — граф взаимодействия элементов окна вычисления качества

крыты или недостаточно покрыты проверочными сценариями, а также выявить наиболее важные с точки зрения бизнес-процессов сценарии, что позволит сосредоточиться на их первоочередной проверке.

Из недостатков данной методики следует отметить необходимость в высокой квалификации тестовых инженеров, которые будут использовать данную методику и широкие знания взаимодействий всех компонентов системы. Кроме того, возможны такие цепочки взаимодействий, приоритет которых может быть некорректно оценен с помощью нормировки, например, у цепочки 1-1-3-3 приоритет равен 2, но в этой цепочке присутствуют два взаимодействия первого приоритета — для таких ситуаций необходимо использовать другие методики.

## Заключение

Методика применения графов взаимодействия элементов ГИП позволяет оперативно определить недостаточность тестового покрытия и восполнить его впоследствии, с учетом приоритетов бизнес-процесса при сравнительно малых затратах тестовых ресурсов. Использовать данную методику для формирования перечня тестов для регрессионного тестирования [9] не представляется возможным, так как указанная методика не учитывает "новизну" взаимодействий элементов и возможные влияния на приоритетность взаимодействий [10] новых компонентов.

## Список литературы

1. **Mitasiunas A., Rout T., O'Connor R. V.** Software Process Improvement and Capability Determination // 14th International Conference, SPICE 2014, Vilnius, Lithuania, November 4–6, 2014. Proceedings. 2014. P. 190–201. doi:10.1007/978-3-319-13036-1\_17.
2. **Ensmenger N.** The Computer Boys Take Over. Massachusetts. England: The MIT press, 2010. 42 p.
3. **Зарубин И. Б., Филинских А. Д.** Способы оперативного выбора тестовых сценариев для регрессионного тестирования при внесении изменения в комплексные информационные системы // Матер. 29-й Всерос. науч.-практ. конф. по графическим информационным технологиям и системам. 2019. С. 198–201.
4. **Филинских А. Д., Мерзляков И. Н.** Оценка геометрических моделей на основании структуры их параметров // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2015. Т. 13, № 3. С. 69–74.
5. **Gotel O., Cleland-Huang J., Hayes J. H., Zisman A., Egyed A., Grünbacher P., Dekhtyar A., Antoniol G., Maletic J.** Software and Systems Traceability. London: Springer, 2012. P. 3–22. doi:10.1007/978-1-4471-2239-5\_1.
6. **Майк Кон.** Пользовательские истории. Гибкая разработка программного обеспечения. М.: Вильямс, 2012. 256 с.

7. Волченская Т. В., Князьков В. С. Компьютерная математика: Часть 2. Теория графов / Учеб. пособ. Пенза: Изд-во Пенз. ун-та, 2002. 101 с.

8. Golze A., Sarbiewski M., Zahm A. Оптимизация качества для достижения высоких бизнес-результатов. Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, IN. 2008. 290 с.

9. Yoo S., Harman M. Regression testing minimization, selection and prioritization: A survey // *Software Testing Verification and Reliability* 22(2). March 2012 С. 67-120. DOI: 10.1002/stvr.430.

10. Зарубин И. Б., Филинских А. Д. Методика оценки полноты регрессионного тестирования с нормировкой по весовым коэффициентам // Тр. НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2019. № 4 (127). С. 9–17.

I. B. Zarubin, e-mail: simarglz@yandex.ru, A. D. Filinskih, e-mail: alexfil@yandex.ru,  
T. I. Balashova, e-mail: tibalashova@mail.ru,  
Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alexeyev,  
Nizhny Novgorod, 603155, Russian Federation

## Evaluation of User Interface Test Coverage in Multicomponent Information Systems

*The method of estimation of completeness of a cover by test scenarios of the graphic user interface in complex information systems by construction of the directed graph of possible interrelations of elements with giving weight to each communication and normalization on quantity of interrelations is considered. Given the advantages and disadvantages of the considered method, the conditions for the successful use of the considered method for checking the quality of the UI in integrated complex information systems.*

**Keywords:** UI quality assurance, test coverage, the test coverage method of directed graph of possible interactions

DOI: 10.17587/it.26.203-206

### References

1. Mitasiunas A., Rout T., O'Connor R. V. Software Process Improvement and Capability Determination, *14th International Conference, SPICE 2014, Vilnius, Lithuania, November 4-6, 2014, Proceedings*, 2014, pp. 190–201, doi:10.1007/978-3-319-13036-1\_17.

2. Ensmenger N. The Computer Boys Take Over. Massachusetts, England, The MIT press, 2010, p. 42.

3. Zarubin I. B., Filinskih F. D. Fast ways to select test scenarios for regression testing when making changes in complex information systems, *Collection of materials of the 29th all-Russian scientific and practical conference on graphic information technologies and systems*, 2019, pp. 198–201 (in Russian).

4. Filinskih F. D., Merzliakov I. N. Evaluation of geometric models based on the structure of their parameters, *Informacionno-Izmeritelnye i Upravlyayushchie Sistemy*, 2015, vol. 13, no. 3, pp. 69–74 (in Russian).

5. Gotel O., Cleland-Huang J., Hayes J. H., Zisman A., Egyed A., Grünbacher P., Dekhtyar A., Antoniol G., Maletic J.

Software and Systems Traceability, London, Springer, 2012, pp. 3–22, doi:10.1007/978-1-4471-2239-5\_1.

6. Mike Cohn. User Stories Applied: For Agile Software Development, Moscow, Williams, 2012, 256 p. (in Russian).

7. Volchenskaia T. V., Kniazkov V. S. Computer mathematics: Part 2. Graph Theory, Penza, *Izdatelstvo Penzenskogo universiteta*, 2002, p. 8 (in Russian).

8. Golze A., Sarbiewski M., Zahm A. Quality optimization to achieve high business results, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, IN. 2008, 290 p.

9. Yoo S., Harman M. Regression testing minimization, selection and prioritization: A survey *Software Testing Verification and Reliability*, 22(2), March 2012, pp. 67–120, doi:10.1002/stvr.430.

10. Zarubin I. B., Filinskih F. D. Methodology for evaluating the completeness of regression testing with normalization by weight coefficients, *78 Proceedings of the NSTU R. E. Alekseeva*, 2019, no. 4 (127), pp. 9–17.

Рисунки к статье И. Б. Зарубина, А. Д. Филинских, Т. И. Балашовой  
«ОЦЕНКА ТЕСТОВОГО ПОКРЫТИЯ ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ  
В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ»

Проекция КQI

Основные параметры

Название: Каб-ШПД\_Ежедневный\_Приволжский\_ФО\_Нижегородская область 0

1 КQI: Каб-ШПД

Период

Час  День  Неделя  Пользовательский интервал: 28.06.2019 00:00 28.06.2019 23:59

Автовычисление

Расположение

2.1 ФО: Приволжский  С группировкой по ФО 2.1.1

2.2 Область: Нижегородская  С группировкой по области 2.2.1

2.3 Район: Выберите Район  С группировкой по району

Тип технологии последней мили

Тип технологии ПМ: Выберите технологию  С группировкой по используемой технологии

Компонент

Компонент: Выберите компонент  С группировкой по компоненту

Отмена ОК

Рис. 4. Диалоговое окно вычисления качества сервиса с зависимыми взаимосвязями