

МОДЕЛЬ СЦЕНАРИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Лаптов Денис Сергеевич

Челябинский государственный университет, Казань
xcold.flatex@gmail.com

SOFTWARE QUALITY ASSESSMENT SCENARIO MODEL

D. Laptov

Summary. Software quality assessment is a mandatory process when ensuring the necessary quality of software as part of the overall process of its development. The constant development of existing and the emergence of new information technologies (artificial intelligence, cloud computing, virtual and augmented reality, etc.) and systems increases the requirements for the evaluation process and software quality.

Existing approaches to quality assessment have significant drawbacks associated with weak formalization when planning software quality assessment tasks, a high degree of uncertainty when making decisions by responsible process participants, insufficient or redundant information, determining the number of participants in the software evaluation process.

Recent open access publications were reviewed, which consider the scenario approach in general and in terms of evaluating individual software quality tasks.

Highlighting unexplored parts of a common problem. Description of a scenario approach for software quality assessment tasks.

A more formalized representation of the scenario approach to solving software quality assessment problems was not considered. The purpose of the article is to develop a scenario model for software quality assessment. The article offers a presentation and description of a software quality assessment scenario model consisting of the following 6 elements: initial conditions, input data, actions, transitional data, roles and results. It was found that during its life cycle, a script can be in the following states: a script on paper, a pilot script and a real scenario. During the transition to each state, many elements of the scenario may change. To formalize such changes, additional script operations were introduced and formally described: the exclusion operation and the inclusion operation. Variants of inequalities of a set of scenario elements for a paper scenario and a pilot scenario are considered.

The presented model of the software quality assessment scenario can be used in software quality assessment based on defect seeding.

Keywords: scenario approach, scenario model, software quality, software quality assessment, software defect settlement.

Введение

Модель сценария оценки качества программного обеспечения. Концепция сценария. Представим и формально опишем сценарий ориентированный подход к оценке качества ПО.

Прежде всего, рассмотрим понятие сценария. Слово сценарий происходит от латинского слова *scena*, кото-

Аннотация. Оценка качества программного обеспечения является обязательным процессом при обеспечении необходимого качества программного обеспечения в рамках общего процесса его разработки. Постоянное развитие имеющихся и появление новых информационных технологий (искусственный интеллект, облачные вычисления, виртуальная и дополненная реальность и т.п.) и систем повышает требования к процессу оценивания и качества ПО.

Существующие подходы к оценке качества имеют существенные недостатки, связанные со слабой формализацией при планировании задач оценки качества ПО, высокой степенью неопределенности при принятии решения ответственными участниками процесса, недостаточностью или избыточностью информации, определением количества участников процесса оценки ПО.

Были рассмотрены последние публикации в открытом доступе, в которых рассматривается сценарный подход в общем виде и в части оценки отдельных задач качества программного обеспечения.

Выделение неисследованных частей общей проблемы. Описание сценарного подхода для задач оценки качества программного обеспечения.

Более формализованное представление сценарного подхода к решению задач оценки качества ПО не рассматривалось. Целью статьи является разработка модели сценария оценки качества программного обеспечения.

В статье предлагается представление и описание модели сценария оценки качества ПО, состоящей из 6 следующих элементов: начальных условий, входных данных, действий, переходных данных, ролей и результатов. Было установлено, что в течение своего цикла жизни сценарий может находиться в следующих состояниях: сценарий на бумаге, пилотный сценарий и реальный сценарий. При переходе в каждое состояние множество элементов сценария могут изменяться. Для формализации таких изменений были введены и формально описаны дополнительные операции по сценарию: операция исключения и операция включения. Рассмотрены варианты неравенств множества элементов сценария для сценария на бумаге и пилотного сценария.

Представленная модель сценария оценки качества программного обеспечения может применяться при оценке качества ПО на основе засева дефектов.

Ключевые слова: сценарный подход, модель сценария, качество ПО, оценка качества ПО, засел дефектов ПО.

рое переводится как сцена. Первоначально сценарий рассматривался как литературно-драматическое произведение, написанное как основа для постановки кино или телефильма, и других мероприятий в театре и других местах. В XX веке ведущий аналитик корпорации RAND Герман Кан (Herman Kahn) [1] адаптировал этот термин для использования при написании возможных историй развития событий в будущем. Оливер Сперроу (Oliver

Sparrow), один из основателей сценарного подхода в корпорации Royal Dutch Shell, выделяет четыре современные трактовки этого термина [2]: анализ чувствительности в таких сферах как управление финансовыми потоками, оценка рисков, менеджмент проектов; синоним понятия «чрезвычайный план» в военном или гражданском планировании внештатных ситуаций, определяя, кто и что должен делать при возникновении нештатной ситуации; синоним «чрезвычайного плана» в корпоративной или государственной политике; в понимании «логически согласованное предположение о будущем» при принятии решений и формировании стратегии.

Все основные определения обобщаются голландским ученым Филиппом Ван Ноттенем (Philip Van Notten) в [3] следующее определение: сценарий — это последовательное описание альтернативных гипотетически возможных вариантов развития событий в будущем, отражающее разные взгляды на прошлое, настоящее и будущее, а также которое может быть базисом для планирования действий.

Формализованное представление модели

Адаптировав представленное определение сценария для оценки качества программного обеспечения,

получим следующую трактовку: сценарий оценки качества ПО — это продукт планирования и описания (непрерывной) последовательности действий, направленных на оценку качества программного обеспечения, включающий описание исходных условий, входных данных, ожидаемого результата (гипотезы) и распределение ролей участников процесса оценки качества ПО. Среди ролей участников процесса можно выделить следующие: организатор (инженер-исследователь) процесса оценки качества ПО (разработчик сценария), руководитель группы тестирования ПО (руководитель группы качества), тестировщик (инженер по качеству), пользователь. Таким образом, сценарий оценки качества программного обеспечения включает 6 следующих элементов: действия, переходные данные, передаваемые от этапа к этапу, роли, входные данные, исходные условия, ожидаемый результат или гипотеза. Представим в общем виде — графическом (рис. 1) и формальном виде элементы сценария:

— $INCONSCE = \{inconsce_k\}_{k=1}^p$ — множество начальных условий сценария оценки качества программного обеспечения (INCONSCE — Initial Conditions of Scenario), $inconsce$ — начальное условие сценария оценки качества программного обеспечения;

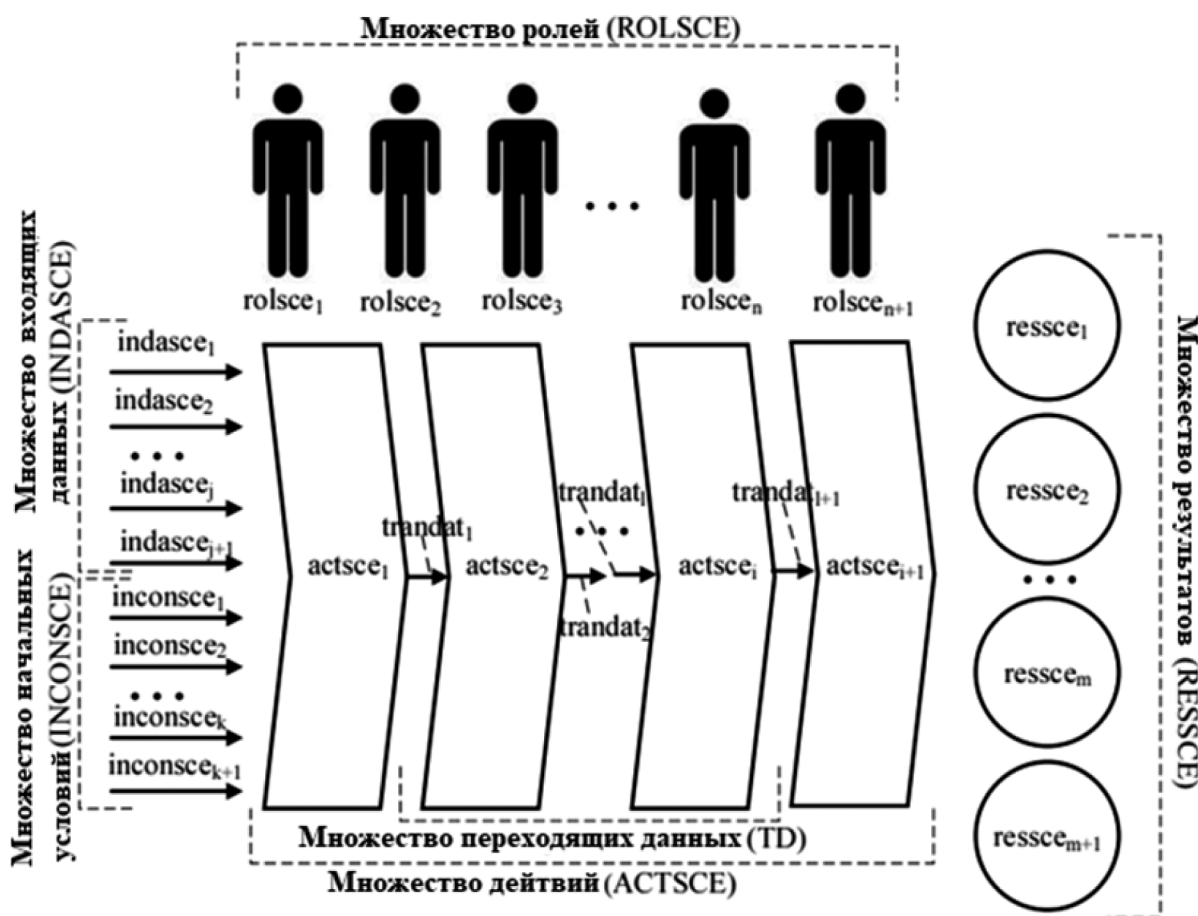


Рис. 1. Графическое представление модели сценария оценки качества программного обеспечения

- $INDASCE = \{indasce_j\}_{j=1}^f$ — множество входных данных сценария оценки качества программного обеспечения (INDASCE — Input Data of Scenario), $indasce$ — входные данные сценария оценки качества программного обеспечения;
- $ACTSCE = \langle actsce_i \rangle_{i=1}^q$ — множество действий сценария оценки качества программного обеспечения (ACTSCE — Actions of Scenario), $actsce$ — действие сценария оценки качества программного обеспечения;
- $TRANDAT = \{trandat\}_{i=1}^d$ — множество переходных данных, которые передаются от действия к действию, т.е. исходные данные переходят и становятся входными данными для последующего

- действия (TRANDAT — TRANSITION DATA), $actsce$ — действие сценария оценки качества программного обеспечения;
- $ROLSCE = \{rolsce_n\}_{n=1}^t$ — множество ролей для сценария оценки качества программного обеспечения (ROLSCE — Roles of Scenario), $rolsce$ — роль для сценария оценки качества программного обеспечения;
- $RESSCE = \{ressce_n\}_{n=1}^t$ — множество результатов сценария оценки качества программного обеспечения (RESSCE — Results of Scenario), $ressce$ — результат сценария оценки качества программного обеспечения.

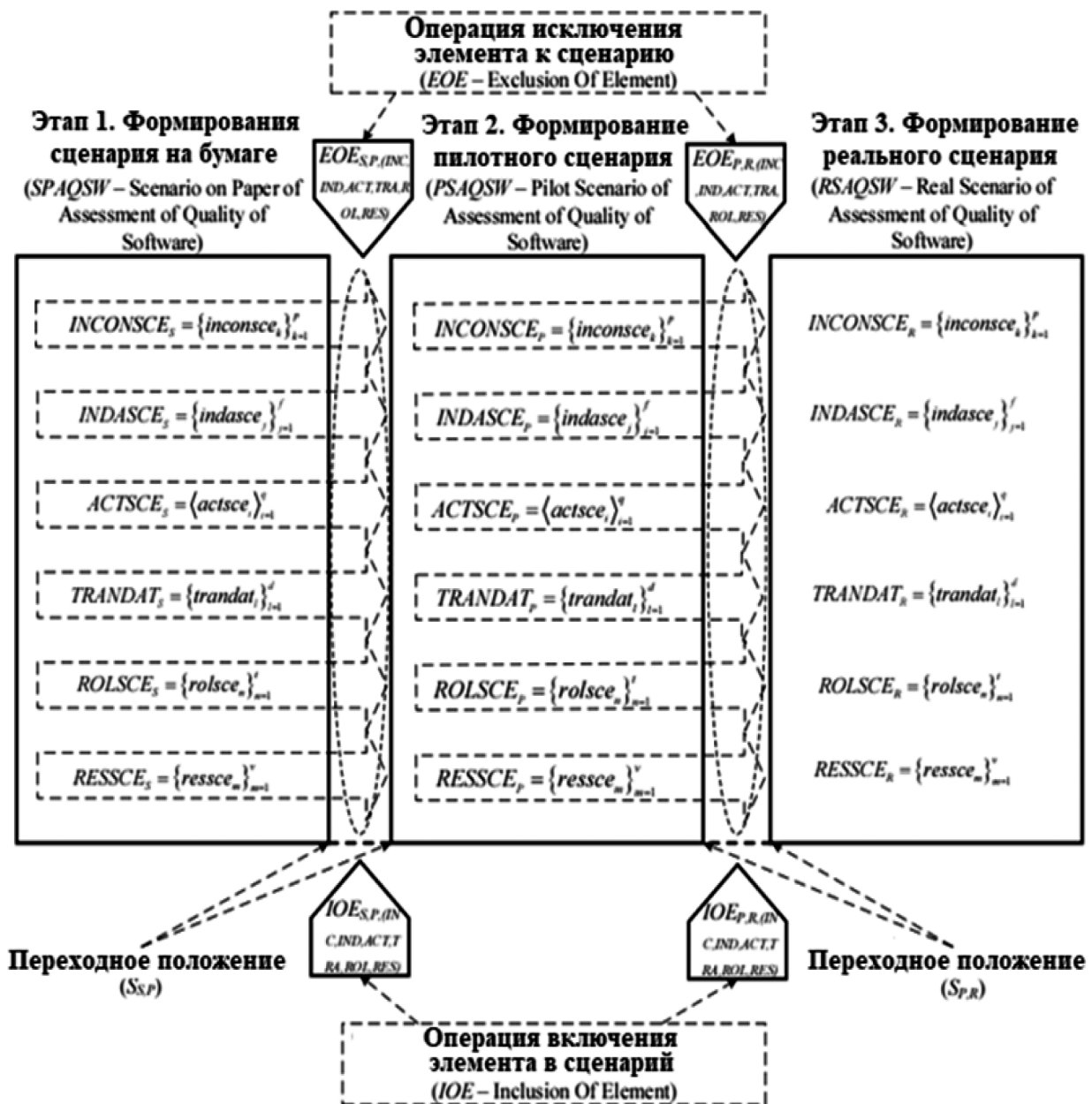


Рис. 2. Жизненный цикл сценария оценки качества программного обеспечения

Таким образом, сценарий оценки качества программного обеспечения (SAQSW — Scenario of Assessment of Quality of Software) описывается как множество множеств (1):

$$SAQSW = \left\{ \begin{array}{l} INCONCE, INDASCE, ACTSCE, \\ TRANDAT, ROLSCE, RESSCE \end{array} \right\} \quad (1)$$

Опытным путем было установлено, что сценарий в течение своего жизненного цикла (рис. 2) эволюционирует и представляется в трех последующих состояниях:

- сценарий на бумаге (SPAQSW — Scenario on Paper of Assessment of Quality of Software). Это первое состояние сценария, разрабатываемое организатором процесса оценки. Для обозначения такого состояния сценария для каждого множества добавлен индекс «S» (2)

$$SPAQSW = \left\{ \begin{array}{l} INCONCE_s, INDASCE_s, ACTSCE_s, \\ TRANDAT_s, ROLSCE_s, RESSCE_s \end{array} \right\} \quad (2)$$

- пилотный сценарий (PSAQSW — Pilot Scenario of Assessment of Quality of Software).

Это сценарий на бумаге, выполняемый в тестовом режиме. Такой сценарий необходим для отработки и уточнения сценария на реальном тестовом примере. Преимущественно количество участников, вовлеченных в сценарий, является минимальным. Обычно этот сценарий отличается от сценария на бумаге за счет уточнения элементов сценария. Для обозначения такого состояния сценария для каждого множества добавлен индекс «P» (3)

$$PSAQSW = \left\{ \begin{array}{l} INCONCE_p, INDASCE_p, ACTSCE_p, \\ TRANDAT_p, ROLSCE_p, RESSCE_p \end{array} \right\} \quad (3)$$

- реальный сценарий (RSAQSW — Real Scenario of Assessment of Quality of Software).

Такое состояние сценария используется для оценки качества программного обеспечения для реально-го объекта исследования. В большинстве своем может отличаться от пилотного сценария, за счет уточнений, которые вносятся в него в процессе выполнения. Для обозначения такого варианта сценария для каждого множества добавлен индекс R (4).

$$PSAQSW = \left\{ \begin{array}{l} INCONCE_r, INDASCE_r, ACTSCE_r, \\ TRANDAT_r, ROLSCE_r, RESSCE_r \end{array} \right\} \quad (4)$$

Таким образом, уточним общую запись для сценария оценки качества программного обеспечения с учетом состояния сценария и добавим для каждого множества индекс VOS, обозначающий состояние сценария (VOS — Variant Of Scenario). Следовательно, индекс VOS может принимать следующие значения: S — SPAQSW —

Scenario on Paper of Assessment of Quality of Software, P — PSAQSW — Pilot Scenario of Assessment of Quality of Software, R — RSAQSW — Real Scenario of Assessment of Quality of Software (5):

$$SAQSW = \left\{ \begin{array}{l} INCONCE_{vos}, INDASCE_{vos}, ACTSCE_{vos}, \\ TRANDAT_{vos}, ROLSCE_{vos}, RESSCE_{vos} \end{array} \right\} \quad (4)$$

Операции над сценарием

В течение своего жизненного цикла сценарий может уточняться, то есть видоизменяться. В статье не рассматриваются и не анализируются примеры и причины, в которых может изменяться сценарий, поскольку такой материал требует большего объема и может претендовать на отдельную статью. Было установлено, что такие изменения сводятся к двум следующим операциям над элементами сценария:

- исключение (удаление) элемента сценария;
- включение (добавление) элемента сценария.

Для более формального описания таких изменений сценария введем дополнительное обозначение — SVOS,VOS, которое может быть двух видов: SS,P — переходное состояние сценария на бумаге в пилотном сценарии, SP,R — переходное состояние пилотного сценария в реальный сценарий. Рассмотрим возможные варианты неравенств сценариев и их элементов для переходных состояний (рис. 2).

Формально представим описание операций исключения (EOEVOS, VOS, TEOS) и включения (IOEVOS, VOS, TEOS). Для этого необходимо ввести дополнительные следующие множества:

- множество начальных элементов из соответствующего множества (SOETEOS — Set of Original Elements). Такое множество включает все элементы исходного сценария, для которого будет изменяться соответствующая операция;
- множество элементов, исключаемых из соответствующего множества (SEXETEOS — Set of xcluding Elements). Поскольку при использовании операции исключения может удаляться только один элемент из множества исходных элементов сценария, то такое множество будет включать один элемент, хотя такие элементы во множестве могут накапливаться при многократном использовании операции исключения для начального сценария;
- множество исключенных элементов из соответствующего множества (SEETEOS — Set of Excluded Elements). Поскольку при использовании операции исключения может удаляться только один элемент из множества начальных элементов сценария, то такое множество будет состоять из одного элемента, хотя такие элементы во множестве могут накапливаться при многократном исполь-

зовании операции исключения для начального сценария. То есть элемент сценария при использовании операции исключения переходит из множества исключаемых элементов во множество включенных элементов;

- множество результирующих элементов из соответствующего множества (SRETEOS — Set of Resulting Elements). Такое множество формируется как разница между множеством начальных элементов и множеством исключаемых элементов сценария или же как сумма множества начальных элементов и множества включаемых элементов;
- множество включаемых элементов из соответствующего множества (SIETEOS — Set of Included Elements). Это множество, которое включает в себя элемент или элементы, которые будут добавлены в множество начальных элементов, и такое объединение множеств формирует результирующее множество элементов сценария.

Жизненный цикл сценария оценки качества программного обеспечения включает 3 этапа, которые соответствуют его трем состояниям (см. рис. 2):

1. Этап формирования сценария на бумаге;
2. Этап формирования пилотного сценария;
3. Этап формирования реального сценария.

Такие этапы формирования сценария оценки качества программного обеспечения могут выполняться только последовательно. В начале этап формирования сценария на бумаге, далее пилотного и реального сценариев.

Переходя от этапа к этапу, в течение своего жизненного цикла сценарий оценивания качества программного обеспечения может претерпевать определенные изменения. Такие изменения являются результатом применения операций исключения и (или) включения элементов сценария.

Для переходного состояния S_{PR} существуют следующие два варианта неравенств:

1. Пилотный сценарий не равен реальному сценарию, то есть $PSAQSW \neq RSAQSW$.

Такое неравенство в части множества вариантов на уровне элементов сценария аналогично неравенству

сценария на бумаге и пилотному сценарию с учетом того, что в качестве коэффициентов при элементах сценария рассматриваются коэффициенты в круглых скобках, то есть вместо индекса «S» рассматривается индекс «P», а вместо индекса «P» рассматривается индекс «R».

2. Пилотный сценарий идентичен реальному сценарию, т.е. $PSAQSW = RSAQSW$.

Таким образом, каждое из множеств элементов одного сценария равно соответствующему множеству другого сценария, т.е. $INCONSCE_S = INCONSCE_P$, $INDASCE_S = INDASCE_P$, $ACTSCE_S = ACTSCE_P$, $TRANDAT_P = TRANDAT_R$, $ROLSCE_P = ROLSCE_R$.

Предлагаемая модель может быть использована для оценки качества программного обеспечения с использованием засева дефектов ПО. В частности, при разработке и реализации процедур засева дефектов (Fault Injection Testing, FIT), используемых в Научно-производственном предприятии «Радий», применяются различные сценарии засева для оценки функциональной безопасности FPGA-проектов для локальных информационно-управляющих систем АЭС. Для выполнения FIT формируются различные профили засеиваемых в электронный проект дефектов, физический модуль, программное обеспечение верхнего уровня, одиночных и множественных дефектов, относительных и абсолютных дефектов двухверсионных систем аварийной защиты и т.д. Такое разнообразие профилей порождает разнообразие сценариев FIT и сценариев оценки качества, описанных в статье.

Заключение

В статье представлена и формально описана модель сценария оценки качества программного обеспечения. Ее применение позволит формализовать планирование (начальные условия, входные данные, действия, переходные данные, роли и результаты) и выполнение сценария, учесть возможные особенности состояний сценариев, переход сценария из состояния в состояние с учетом возможных изменений множества элементов сценария.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку и автоматизацию реализации детализированных сценариев оценки качества программ и FPGA проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ратанотаянон С., Шривисал Ч., Ваничайобонанд С., Пречаверакул Л. Сравнительные классификаторы для оценки качества программного обеспечения. 2012. Международный журнал техники и технологий. 2012. Том. 4(4). Пр. 404–408.
2. Гордеев О., Харченко В. Модели качества IT-ориентированного программного обеспечения и эволюция доминирующих характеристик. В материалах 9-й Международной конференции IEEE по надежным системам, услугам и технологиям (DESSERT). 2018. Пр. 390–395.
3. Брандтнер М. Содействие оценке качества программного обеспечения. В материалах 35-й Международной конференции по программной инженерии (ICSE). 2013. Пр. 1393–1396 гг.
4. Модели качества программного обеспечения: цели, сценарии использования и требования / Ф. Дейссенбок, Э. Юргенс, К. Лохманн и др. В материалах семинара ICSE по качеству программного обеспечения. 2009. Пр. 9–14.
5. Бриггс Ч.М., Матеева М. Сценарное планирование и комплексно-сценарный подход. Безопасность при стихийных бедствиях. 2019. Пр. 38–60.
6. Коппен П.Дж., Маккор А.Р. Сценарный подход к делу Саймонсхавена. Интернет-библиотека Wiley. Темы когнитивной науки. 2019. Пр. 1–20. URL-адрес: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tops.12429>.
7. Кампи М.К., Гаратти С. Введение в сценарный подход: кн. Общество промышленной и прикладной математики и Общество математической оптимизации. 2018. 116 с.
8. Рампони Ф.А. Непротиворечивость сценарного подхода. Журнал по оптимизации. 2018. Том. 28(1). Пр. 135–162.
9. Гаратти С., Кампи М.К. Обучение для управления: байесовский сценарный подход. В материалах 58-й конференции IEEE по решениям и управлению (CDC). 2019. Пр. 1772–1777 гг.
10. Шумков Ю.А., Видовский Л.А. Сценарный подход к управлению проектами. Политематический электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. Том. 134 (10). Пр. 1–9.
11. Сумья С., Байдзю А. Эмуляция программных ошибок путем внедрения программных ошибок. Международный журнал компьютерных приложений. 2014. Том. 97. Пр. 9–11.
12. Котронео Д., Мадейра Х. Введение в внедрение ошибок программного обеспечения. Инновационные технологии для надежных критических систем на основе ОТС / под ред. Д. Котронео. Спрингер. 2013. Пр. 1–15.
13. Кан Х. 2000 год: основа для размышлений о следующих тридцати трех годах. Нью-Йорк: Издательская компания Macmillan. 1967. 432 с.
14. Воробей О. Использование сценариев — от расплывчатого к конкретному. Сценарное и стратегическое планирование. 2000. Том. 2(5). Пр. 18–21.
15. Ван Ноттен Ф. Надпись на стене: развитие сценария во времена прерывности. Флорида: Бока-Ратон. 2005. 209 с.
16. Харченко В., Гордеев О., Вилкомир С., Одарущенко О. T-Wise-основанный многократный метод инъекции для проверки безопасности критических систем управления и контроля. Материалы 9-й Международной конференции по приборостроению, управлению и технологиям человеко-машинного интерфейса (NPIC&NHMIT). 2015. С.1–9.

© Лаптов Денис Сергеевич (xcold.flamex@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»