

## ТЕСТИРОВАНИЕ ГОТОВОГО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

<sup>1</sup>Басок Б.М., <sup>2</sup>Головин С.А., <sup>3</sup>Захаров В.Н., <sup>3</sup>Френкель С.А.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технологический университет», 119454, Россия, Москва, Проспект Вернадского, д. 78, e-mail: basok@mirea.ru

<sup>2</sup>Межотраслевой совет по техническому регулированию и стандартизации в сфере информационных технологий, 22-ой ТК Росстандарта, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2, e-mail : sgolovin@itstandard.ru

<sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр «Информатика и Управление», РАН 119333, Россия, Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2, e-mail: vzakharov@ipiran.ru, fsergei51@gmail.com

---

**В статье рассматривается технология тестирования готового к использованию программного продукта, приводятся особенности организации его тестирования по сравнению с организацией тестирования программного продукта на этапах проектирования и разработки. Описывается необходимая для тестирования исходная документация и требования к ней. Приводятся основные тестовые документы, разрабатываемые в процессе разработки и выполнения тестов.**

---

Ключевые слова: готовый к использованию программный продукт, описание программного продукта, документация пользователя, тестовая документация, технология тестирования, регрессионные тесты.

## TESTING OF READY-TO-USE SOFTWARE PRODUCT

<sup>1</sup>Basok B.M., <sup>2</sup>Golovin S.A., <sup>3</sup>Zakharov V.N., <sup>3</sup>Frenkel S.L.

<sup>1</sup>Moscow Technological University (MIREA), 119454, Russia, Moscow, 78 Vernadsky Avenue basok@mirea.ru.

<sup>2</sup>Interindustry Council for Technical Regulation and Standardization in Information Technologies, 22nd TC Rosstandard, 119333, Russia, Moscow, Vavilova str., 44, build. 2, e-mail : sgolovin@itstandard.ru

<sup>3</sup>Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences (FRC CSC RAS), 119333, Russia, Moscow, Vavilova str., 44, build. 2. vzakharov@ipiran.ru, fsergei51@gmail.com

---

**The paper examines the testing technology of ready-to-use (commercial-off-the-shelf) software product and specifies the organization of its testing in comparison with the organization of testing a software product at the design and development stages. The original documentation necessary for testing and requirements for it are considered and analyzed. The main documents developed during the development and execution of tests are presented.**

---

Key words: ready-to-use software product, commercial-off-the-shelf, program specification, software testing, user documentation, testing technology, regression testing.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект 18-07-00669).*

### Введение

Важнейшую роль для обеспечения высокого качества программного продукта (ПП) играет его тестирование. Главная цель тестирования ПП – через выявление ошибок обеспечить надежную реализацию ожидаемых от него пользователем функций – по обработке данных, пользовательскому интерфейсу, производительности, надежности, безопасности, доступности, совместимости, мобильности, удобству сопровождения, эффективности, удовлетворенности пользователя, отсутствию рисков, покрытия контента [1,2], а также обеспечить полноту и качество рабочей документации.

Следует отметить, что на этапе разработки ПП тестирование является обязательным этапом. ПП и документация подвергаются тщательному контролю. Однако как показывает практика, это не является гарантией от полной ликвидации ошибок в программе. Ошибок, обнаруженных при эксплуатации, как правило, немного, значительно меньше, чем при разработке ПП. Однако цена обнаруженной при эксплуатации ПП ошибки существенно выше цены ошибки, обнаруженной при проектировании и разработке ПП, и превышает ее на один два порядка при работе программы со стандартным аппаратным окружением [3]. В том случае, когда ПП входит в состав серийно выпускаемых аппаратно-программных комплексов, превышение цены ошибки при эксплуатации может достигнуть трех порядков. Это, в свою очередь, связано со значительными затратами, связанными с повторным, возможно многократным, полным циклом тестирования ПП на фирме-изготовителе.

Кроме того, необходимо учитывать, что поскольку до начала эксплуатации ПП уже был протестирован на всех этапах его создания, то подавляющее большинство из оставшихся в ПП ошибок относится к классу отказов, которые достаточно сложно обнаружить, локализовать и исправить. Это особенно важно, когда программный продукт предназначен для решения ответственных задач, когда ошибки могут привести к тяжелым, непредсказуемым последствиям. В этом случае цена ошибки может составить десятки, а то и сотни миллионов долларов [4].

Поэтому готовый к использованию программный продукт (ГИПП) должен быть тщательно протестирован пользователем, прежде чем приступить к его эксплуатации. По результатам тестирования дается оценка соответствия функционирования ГИПП рабочей и тестовой документации.

Если фирма-разработчик предоставляет пользователю полный комплект тестов программного обеспечения, то задача тестирования ГИПП сводится, в первую очередь, к выполнению этих тестов, прилагаемых контрольных задач, а также к выполнению нескольких реальных примеров, подготовленных пользователем.

В том случае, когда тесты не прилагаются к поставляемому программному обеспечению, то перед пользователем встает задача полной проверки исправности данного ГИПП, оценки его возможностей.

В данной статье рассматривается технология тестирования ГИПП при отсутствии тестового обеспечения, а также в тех случаях, когда у пользователя по тем или иным причинам появляются сомнения в качестве или полноте прилагаемых к ГИПП тестов.

### **1. Особенности тестирования ГИПП**

Технология тестирования ГИПП отличается от технологии тестирования ПП на этапе разработки и имеет свои особенности. Среди этих особенностей следует выделить следующие, оказывающие существенное влияние на организацию тестирования ГИПП:

1) В качестве исходных документов для проведения работ по тестированию используются описание ПП и пользовательская документация, а не Техническое задание (Спецификации) на разработку ПП.

2) Ошибок в программе существенно меньше, чем это было на этапе ее разработки. Поэтому может не понадобиться серьезная сетевая База данных ошибок, а достаточно отчетов с подробной информацией о каждой найденной ошибке. Данные отчеты передаются разработчикам ПП.

3) Оставшиеся в ГИПП ошибки труднее выявляются, поскольку большинство ошибок было уже найдено при тестировании программы на этапе ее разработки. Поэтому цена указанных ошибок достаточно велика, и от тестеров требуется повышенное внимание к организации тестирования ГИПП перед началом его эксплуатации.

4) Доступ к коду ГИПП для пользователя в ряде случаев исключен. Также отсутствует возможность непосредственного контакта с разработчиком. Поэтому:

- при тестировании ГИПП используется метод «черного ящика», основывающийся на системном функциональном или поведенческом тестировании;

- отсутствует возможность создания и эксплуатации модульных тестов и тестов проверки межмодульных связей (интеграционных тестов).

5) В качестве тестов первичной приемки (smoke tests) могут использоваться контрольные примеры разработчиков ПП. Дело в том, что ГИПП после модернизации или исправления обнаруженных при его тестировании ошибок проходит полное тестирование у разработчиков. Поэтому контрольные примеры являются первичным индикатором исправности ПП.

6) Поскольку в качестве объекта тестирования используется рабочая версия ПП, то регрессионное тестирование заключается в выполнении всех имеющихся в наличии у пользователя тестов, подготовленных для данной версии ПП.

7) Интервалы времени между текущей и новой версиями ГИПП достаточно велики. Новая версия может быть получена от разработчиков по истечении весьма значительного интервала времени в связи с модернизацией программы или исправлением найденных при эксплуатации ошибок. Поэтому разработка всей тестовой документации осуществляется без серьезных изменений в процессе тестирования. Это позволяет значительно ускорить процесс разработки и отладки как ручных, так и автоматических тестов, а также избежать большого количества ошибок на этапе реализации процедур тестирования ГИПП и при подготовке тестовой документации.

8) Тестеры при проверке работы ГИПП могут значительно сократить время проверки благодаря использованию при тестировании только тех конфигураций программных и аппаратных средств, которые необходимы пользователю для работы.

9) При тестировании ГИПП можно ограничиться проверкой только тех функций ПП, которые необходимы пользователю в настоящее время. Это ускорит время тестирования. Однако при этом необходимо учитывать тот факт, что неполная функциональная проверка ГИПП в дальнейшем может привести к ошибкам, когда непро-

ренные функции ПП могут понадобиться.

10) В некоторых случаях допускается разрешение работы ГИПП, если найденные и неисправленные ошибки не влияют на его работоспособность в рамках тех функций ПП, которые нужны пользователю. Решение в этом случае принимает руководитель коллектива пользователей.

11) Если ошибка найдена не при тестировании, а при эксплуатации ПП или при свободном поиске, то все действия, приведшие к появлению данной ошибки, должны быть включены в список тестов ГИПП.

12) Тестирование у пользователей, как правило, осуществляет небольшой коллектив тестеров. Часто случается, что среди пользователей отсутствуют квалифицированные специалисты, умеющие использовать современные инструментальные средства для обеспечения высокого уровня тестирования ПП. В том случае, если среди пользователей отсутствуют специалисты, имеющие отношение к вычислительной технике и программированию, то представителям пользователя следует обратиться к независимой организации, профессионально занимающейся тестированием.

13) Несмотря на то, что прилагаемая к ПП документация была проверена на соответствие ПП на этапе разработки, ее дополнительная проверка перед использованием ПП рекомендуется, а в случаях ответственных применений эта проверка необходима.

14) Если в документации ПП указана необходимость соответствующего обучения, то тестеры должны иметь доступ к учебным материалам и обучающим программам.

В последующих разделах данной статьи будут рассмотрены вопросы организации тестирования ГИПП с учетом перечисленных выше особенностей.

## **2. Документация, необходимая для тестирования ГИПП**

Исходные данные для организации тестирования ГИПП содержатся в прилагаемой к нему документации. В состав этой документации в соответствии со стандартом [1] входят описание ПП и документация пользователя. На основе анализа указанных документов составляется план тестирования, разрабатывается совокупность тестов, подготавливается среда тестирования, реализуются собственно процедуры тестирования и составляются отчеты по результатам тестирования.

### **Описание ПП**

#### **Требования к описанию ПП**

В описании ПП должна содержаться информация о качественных характеристиках в процессе эксплуатации ПП. Эти характеристики подлежат проверке и должны соответствовать всем реальным характеристикам качества данного ПП в соответствии со стандартом [2].

Для этого в описании ПП:

- должны быть определены технические и программные средства, необходимые для функционирования ГИПП и их конфигурация;
- должен содержаться обзор функций ПП, которые могут быть вызваны конечным пользователем, а также отражены все известные ограничения, с которыми может столкнуться пользователь, например, максимальное количество критериев поиска, минимальный размер выборки и т.д.;
- следует отразить способность программного обеспечения продолжить работу (т. е. быть доступным) в случае ошибок пользовательского интерфейса, ошибок в собственной логике приложения или ошибок, связанных с доступностью системы или сетевых ресурсов;
- должен быть описан интерфейс пользователя, включая сообщения об ошибках и видимую информацию, а также указано, какие конкретно знания требуются для использования и эксплуатации данного ПП;
- должна содержаться информация об уровне производительности с учетом характера изменений во времени, использования ресурсов и возможностей, а также максимальное количество одновременно работающих конечных пользователей при определенном уровне производительности нужной системы;
- следует указать, в какой части ГИПП зависит от определенного программного и (или) аппаратного обеспечения, а также должны быть указаны вызываемые пользователем интерфейсы и соответствующее программное обеспечение;
- должны содержаться утверждения о безопасности с учетом конфиденциальности, целостности, предотвращения отказов, отчетности и лицензирования;
- должна содержаться информация об удобстве сопровождения с учетом модульности, возможности повторного использования, возможности анализа, возможности внесения изменений;
- должны содержаться утверждения о переносимости (мобильности) с учетом пригодности к адаптации, возможности установки и замены;
- должны быть указаны разные или поддерживаемые конфигурации (оборудование, программное обеспечение), необходимые для эксплуатации программного обеспечения;

- следует рассматривать возможности отсутствия рисков.

### **Содержимое описания ПП**

Необходимо отметить, что в ЕСПД содержится документ «Описание программы» [5]. В этом стандарте отсутствует ряд разделов, отвечающих перечисленным выше современным требованиям. Однако в связи с тем, что данный ГОСТ допускает внесение дополнительных разделов, описание программы можно адаптировать и ввести в него недостающие разделы.

Таким образом, Описание программы будет содержать следующие разделы: аннотация, общие сведения, функциональное назначение, описание интерфейса пользователя, описание логической структуры, используемые технические средства, вызов и загрузка, входные данные, выходные данные, производительность, надежность, совместимость, мобильность, безопасность.

### **Документация пользователя**

#### **Требования к документации пользователя**

Для обеспечения высокого уровня тестирования ГИПП документация пользователя должна удовлетворять следующим требованиям:

1) Документация пользователя должна содержать информацию, необходимую для использования ПП. В документации пользователя должны быть полностью описаны все функции, установленные в описании ПП и все вызываемые пользователем функции из программы.

2) Все граничные значения, заданные в описании ПП, должны быть определены в пользовательской документации.

3) Если установка (инсталляция) ПП может быть проведена пользователем, то в документацию пользователя должно быть включено руководство по установке ПП, содержащее всю необходимую информацию.

4) В пользовательской документации должен содержаться список обрабатываемых ошибок и дефектов, которые могут приводить к сбою или прекращению работы, в частности, условия, которые приводят к прекращению работы приложения с потерей данных.

5) В пользовательской документации должны содержаться инструкции по резервированию и восстановлению необходимых данных.

6) В пользовательской документации должны содержаться полные инструкции и справочная информация по всем критическим функциям программного обеспечения (программное обеспечение, сбой которого может влиять на безопасность или вызвать большие потери финансового или социального характера).

7) В пользовательской документации должен быть указан минимальный размер пространства, необходимого для установки ПП на диске.

8) Вся информация, содержащаяся в пользовательской документации, должна быть достаточной для основной пользовательской аудитории.

9) В пользовательской документации должна содержаться информация, необходимая для идентификации совместимости при использовании ПП.

10) Если в пользовательской документации дается ссылка на известные интерфейсы, с помощью которых пользователем приобретается другое программное обеспечение, необходимо указать эти интерфейсы или программное обеспечение.

11) В пользовательской документации должны быть указаны характеристики надежности ПП и соответствующие операции по предупреждению и обработке ошибок.

12) В пользовательской документации должно указываться, предлагается ли обслуживание ПП. Если обслуживание предлагается, пользовательская документация должна описывать услуги сопровождения в соответствии с планом выпуска ПП.

13) В пользовательской документации должна содержаться информация, необходимая для обучения пользователю ПП.

### **Содержимое Руководства пользователя**

В качестве документа пользователя можно рассматривать документ, называемый «Руководство пользователя». [6,7]. В этот документ отчасти входят руководство системного программиста, руководство программиста и руководство оператора, описанные в ЕСПД. Появление этого документа явилось следствием широкого распространения персональных компьютеров, работая на которых пользователи совмещают в своем лице трех указанных специалистов. Данный документ не содержится в ЕСПД. Однако его использование при разработке программной документации уже не один год стало свершившимся фактом.

Руководство пользователя, как правило, содержит следующие разделы: аннотация, введение, общие сведения о ПП, необходимые аппаратные и программные средства, установка, загрузка и запуск, инструкции по работе (или описание пользовательского интерфейса), сообщения пользователю. В зависимости от сложности ПП

в руководство пользователя можно включать новые разделы, которые обеспечивают высокий уровень качества и простоту управления работой ПП.

### **3. Организация тестирования ГИПП**

#### **Основные этапы тестирования**

Процесс тестирования ПП состоит из следующих этапов: разработка плана тестирования, проектирование, разработка и хранение системы тестов, создание среды тестирования, выполнение тестов, документирование результатов тестирования.

Вкратце рассмотрим назначение и особенности этих этапов.

План тестирования ПП – документ, в котором определяется стратегия тестирования (условия тестирования, тестируемые свойства ПП, перечень используемых тестов, обязанности участников группы тестирования, календарный план работ). План тестирования составляется в соответствии с описанием ПП и документацией пользователя. Подробно содержимое плана тестирования вместе с примером его разработки приводится в [1,7].

Успех тестирования во многом зависит от качества разработки тестовых случаев. Тестовые случаи, включенные в систему тестов ПП должны проверять все пункты описания ПП и пользовательской документации (или, по крайней мере, те, которые необходимы пользователю), быть воспроизводимы и достаточно просты при эксплуатации. Желательно также, чтобы тестовые случаи обладали хорошими диагностическими свойствами, то есть с их помощью можно было бы локализовать обнаруженный дефект за приемлемое время.

Все тестовые случаи системы тестов, в зависимости от сложности контролируемого ПП, хранятся либо в виде файлов на диске, либо в виде записей специальной базы данных.

Под средой тестирования понимают всю совокупность аппаратных и программных средств, необходимых для обеспечения высокого уровня тестирования ПП. Содержимое среды тестирования определяется условиями эксплуатации ПП и особенностями проведения тестирования.

Важнейшей частью процесса тестирования являются процедуры выполнения тестов при испытании ПП. Эти процедуры выполняются многократно вручную или автоматически. По результатам выполнения тестов делается вывод о работоспособности ГИПП.

В процессе тестирования и по его завершении составляются отчеты, в которых хранятся сведения о результатах тестирования, найденных ошибках, выводы о исправном (работоспособном) или неисправном (неработоспособном) состоянии ПП. В случае обнаружения ошибок, данные отчеты передаются разработчикам. На основании данных отчетов руководитель коллектива принимает решение о возможности использования данного пакета программ.

Численность группы тестирования зависит от сложности ПП и возможностей пользователя. Она может колебаться от одного человека, одновременно исполняющего обязанности руководителя, разработчика тестов и исполнителя тестов, до нескольких десятков человек. Это могут быть как штатные, так и привлеченные сотрудники, имеющие опыт тестирования ПП. Тестирование ГИПП можно также поручить независимому тестовому агентству.

План тестирования, описание тестов и отчеты о результатах тестирования образуют тестовую документацию, которая необходима тестерам, пользователям и разработчикам ПП.

Содержимое плана тестирования, методы проектирования, разработки и выполнения тестов для ГИПП мало чем отличаются от аналогичных процедур для разрабатываемых ПП. Однако на некоторые особенности следует обратить внимание. Рассмотрим эти особенности.

Поскольку тестеры работают с рабочей, а не с тестовой версией программы, которая не меняется во время тестирования, то разработчики ручных и автоматических тестов могут быстро создавать и отлаживать эти тесты без многочисленных изменений в процессе тестирования. Это существенно сокращает затраты на разработку и отладку тестов. Данное преимущество особенно заметно при разработке автоматических тестов, поскольку многочисленные изменения в ПП, и соответственно, в самих тестах, как правило, приводят к ошибкам в скриптах, реализующих эти тесты. При этом следует иметь в виду, что в любом коллективе тестеров отсутствуют независимые специалисты, контролирующие эти скрипты.

Как уже говорилось, в качестве смюк-тестов для ГИПП используются контрольные примеры, поставляемые вместе с ПП. В тех случаях, когда тестеры считают, что контрольных примеров недостаточно, можно разработать несколько собственных тестов. При разработке этих тестов следует использовать так называемые позитивные сценарии, когда нет необходимости создавать специальные ситуации для проявления потенциальных ошибок. При этом тестовые случаи, образующие данные тесты должны быть короткими и достаточно простыми при их реализации. Такой подход позволяет быстро разработать достаточную для начальной проверки группу функциональных тестов, без ошибок определить эталонные реакции ПП и при реализации данных тестов не тратить много времени.

В качестве регрессионных тестов ГИПП должны использоваться все имеющиеся у пользователя тесты, поскольку пользователю передается рабочая версия ПП. Однако в случае появления новых функций или исключения некоторых из имеющихся функций тестерам придется модифицировать совокупность тестов путем ввода дополнительных тестов для проверки новых функций и исключения тестов устаревших функций. Впрочем, в отличие от разрабатываемого ПП, обновление ГИПП, как правило, незначительно. Поэтому модификация совокупности тестов ГИПП весьма невелика.

При выполнении регрессионных тестов ГИПП, в первую очередь, необходимо убедиться, что все найденные ранее ошибки в предыдущей версии ГИПП были исправлены, а модифицированные функции реализуются без ошибок. Поэтому желательно начинать проверку работы ГИПП именно с выполнения данных тестов. Особенно это полезно в тех случаях, когда процесс выполнения тестов достаточно трудоемкий и требует значительных временных затрат.

Следует отметить, что поскольку пользователю нужны только те конфигурации аппаратных и программных средств, которые используются для решения собственных задач и время, отведенное для тестирования ПП, весьма ограничено, то для проверки работы ГИПП достаточно использовать эти конфигурации.

Как уже отмечалось, при проверке ГИПП можно ограничиться проверкой только тех свойств программы, которые необходимы пользователю. Это сократит объем тестов, а также общее время тестирования ГИПП.

### **Документирование результатов тестирования**

#### **Отчет об отклонениях**

Все найденные при тестировании ошибки (отклонения) фиксируются и запоминаются в специальный файл, который по завершении проверки в качестве отчета будет отправлен фирме-разработчику ПП. В отчете должны быть указаны идентификатор ПП, номер версии и дата прогона тестов.

Для каждого отклонения в отчете должно содержаться: идентификатор отклонения, краткое описание ошибки, идентификатор тестового случая, на котором было отмечено отклонение (в названии тестового случая присутствует название проверяемой функции ПП), степень серьезности и возможность воспроизведения отклонения, описание отклонения [8].

Данный отчет об отклонениях отсылается фирме – изготовителю ПП. После того, как разработчики и тестеры фирмы изучат и исправят обнаруженные отклонения, они с новой версией ГИПП пришлют сведения об отклонениях, найденных тестерами пользователя. После этого тестеры пользователя вновь выполняют все тесты (регрессионное тестирование) для новой версии ГИПП. После этого формируется новый отчет об отклонениях, содержащий не только результаты повторных проверок исправленных или отклоненных ошибок, но и данные о новых найденных в этой версии ошибках. Этот отчет также отсылается фирме-разработчику.

#### **Отчет о выполнении**

В отчете о выполнении должна содержаться общая сводка результатов тестирования. В отчете о выполнении тестирования должно быть продемонстрировано выполнение всех тестовых сценариев согласно плану тестирования.

Отчеты о выполнении каждого из тестов должны включать: идентификатор набора тестовых данных, дату выполнения тестирования, фамилию и функции лица, выполнившего тестирование, результат выполнения тестирования; список выявленных ошибок, ссылки на соответствующие записи в отчете об отклонениях.

#### **Чек-листы**

Чек-лист (CheckList) или проверочный лист – это сводка проверяемых свойств ПП и отметок об их соответствии требованиям. В проверочном листе отсутствуют данные для организации тестирования. Для данного объекта тестирования может быть несколько проверочных листов, которые отличаются друг от друга уровнем детализации рассматриваемого объекта. В проверочном листе указываются дата проведения тестирования, версия ПП, а для каждого тестируемого свойства кратко указываются результаты (работает / не работает).

#### **Отчеты об оценке соответствия требованиям**

Отчет об оценке соответствия требованиям должен содержать сведения:

1) о соответствии описания программы требованиям, приведенным в пункте «Требования к описанию ПП» подраздела «Описание ПП»;

2) о соответствии документации пользователя требованиям, приведенным в пункте «Требования к документации пользователя» подраздела «Документация пользователя»;

3) о соответствии ГИПП требованиям, приведенным в пункте «Содержимое описания ПП» подраздела «Описание ПП» и пункте «Содержимое Руководства пользователя» подраздела «Документация пользователя» а также результатам, полученным в соответствии с тестовой документацией (переданной поставщиком или разработанной по заказу пользователя).

Оценку соответствия требованиям осуществляется группой специалистов, независимой от поставщика ПП.

## Заключение

В работе рассмотрена задача организации тестирования ГИПП. Сформулированы основные особенности ГИПП, на основании которых необходимо модернизировать технологию тестирования ПП, применяемую на этапах проектирования и разработки. Рассмотрены основные положения технологии тестирования ГИПП, описываются документы, используемые для разработки тестов и документы, включенные в тестовую документацию.

## Список литературы

---

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25051-2017 «Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Требования к качеству готового к использованию программного продукта (RUSP) и инструкции по тестированию».
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 «Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения. Модели качества систем и программного продукта».
3. Ошибки программистов, которые привели к самым большим потерям // <http://smartnews.ru/articles/10950.html#ixzz5A64rlkDj> (дата обращения: 22.03.2018).
4. Как раннее тестирование влияет на стоимость продукта// <https://xbsoftware.ru/blog/kak-ranee-testirovanie-vliyaet-stoimost-produkta/> (дата обращения: 22.03.2018).
5. ГОСТ -19.402-78 ЕСПД. «Описание программы».
6. IEEE Std 1063-2001 «IEEE Standard for Software User Documentation».
7. Гагарина Л.Г., Кокорева Е.В., Виснадул Б.Д. Технология разработки программного обеспечения. // М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2016 – 400 с.
8. Басок Б.М., Захаров В.Н., Френкель С.А. Итерационный подход к повышению качества тестирования программ. // Российский технологический журнал. Электронное сетевое издание, <https://rtj.mirea.ru/journal-archive/2017/volume-5-no-4/>, 2017, Том 5, №4, с. 3 – 12.

## References

---

1. GOST R ISO/MEK 25051-2017 «Informatsionnyye tekhnologii. Sistemnaya i programmnyaya inzheneriya. Trebovaniya i otsenka kachestva sistem i programmnoho obespecheniya (SQuaRE). Trebovaniya k kachestvu gotovogo k ispol'zovaniyu programmnoho produkta (RUSP) i instruktsii po testirovaniyu».
2. GOST R ISO/MEK 25010-2015 «Informatsionnyye tekhnologii. Sistemnaya i programmnyaya inzheneriya. Trebovaniya i otsenka kachestva sistem i programmnoho obespecheniya. Modeli kachestva sistem i programmnoho produkta».
3. Oshibki programmistov, kotoryye priveli k samym bol'shim poteryam // <http://smartnews.ru/articles/10950.html#ixzz5A64rlkDj> (date of the application: 22.03.2018).
4. Kak ranneye testirovaniye vliyayet na stoimost' produkta // <https://xbsoftware.ru/blog/kak-ranee-testirovanie-vliyaet-stoimost-produkta/> (date of the application: 22.03.2018).
5. GOST -19.402-78 YESPD. «Opisaniye programmy».
6. IEEE Std 1063-2001 «IEEE Standard for Software User Documentation».
7. Gagarina L.G., Kokoreva Ye.V., Visnadul B.D. Tekhnologiya razrabotki programmnoho obespecheniya. // М.: ID «Forum»: INFRA-M, 2016 – 400 p.
8. Basok B.M., Zakharov V.N., Frenkel' S.A. Iteratsionnyy podkhod k povysheniyu kachestva testirovaniya programm. // Rossiyskiy tekhnologicheskiy zhurnal. Elektronnoye setevoye izdaniye, <https://rtj.mirea.ru/journal-archive/2017/volume-5-no-4/>, 2017, Том 5, №4, p. 3 – 12.