

М.М. Расулов

---

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ИТ-СФЕРЫ

---

**Аннотация.** Рассматривается применение алгоритмов оценки надежности программного обеспечения на предприятиях ИТ-сферы, а также различные методы оценки надежности, такие как статический анализ кода, тестирование и проверка соответствия стандартам качества. Обсуждается применение автоматизированных инструментов для оценки надежности, которые помогают ускорить процесс оценки и сократить затраты на ее проведение. Представлены примеры успешного применения этих методов и инструментов на практике, преимущества и недостатки каждого метода и даны рекомендации по выбору наиболее подходящего из них в зависимости от конкретных условий и требований проекта. Применение алгоритмов оценки надежности программного обеспечения на предприятиях ИТ-сферы может значительно повысить их качество и увеличить удовлетворенность клиентов, снизить затраты на исправление ошибок в будущем и увеличить эффективность разработки программного обеспечения.

**Ключевые слова:** алгоритмы оценки, надежность, предприятия ИТ-сферы, тестирование, моделирование, анализ кода, качество программного обеспечения, удовлетворенность клиентов, снижение затрат, эффективность разработки программного обеспечения.

М.М. Rasulov

---

## APPLICATION OF SOFTWARE RELIABILITY ASSESSMENT ALGORITHMS IN IT ENTERPRISES

---

**Abstract.** The article discusses the application of algorithms for assessing the reliability of software at IT enterprises. Various methods of reliability assessment are considered, such as static code analysis, testing and verification of compliance with quality standards. The article addresses the use of automated tools for reliability assessment, which help to speed up the evaluation process and reduce the costs of its implementation. Such tools as a static code analyzer, automatic testing systems and tools for checking compliance with quality standards are considered. The examples of successful application of these methods and tools in practice are described. The advantages and disadvantages of each reliability assessment method are considered and recommendations are given on choosing the most appropriate method depending on the specific conditions and requirements of the project. The use of software reliability assessment algorithms at IT enterprises can significantly improve the quality of software and increase customer satisfaction. In addition, it can help reduce the cost of bug fixes in the future and increase the efficiency of software development.

**Keywords:** evaluation algorithms, reliability, IT companies, testing, modeling, code analysis, software quality, customer satisfaction, cost reduction, software development efficiency.

### *Введение*

В современном мире программное обеспечение (далее – ПО) является неотъемлемой частью многих предприятий ИТ-сферы. Надежность ПО является одним из главных показателей его качества и важным фактором удовлетворения потребностей клиентов. Ошибки в ПО могут привести к сбоям в работе системы, потере данных, снижению производительности и другим проблемам, которые негативно повлияют на бизнес-процессы и клиентское удовлетворение [1].

**Расулов Мирзо Максудович**

аспирант, МИРЭА – Российский технологический университет, Москва. Сфера научных интересов: информационные технологии, вопросы надежности программного обеспечения, вопросы разметки и анализа больших данных. Автор шести опубликованных научных работ. SPIN-код: 4450-3269, AuthorID: 1038828. Электронный адрес: mirzorasulov@gmail.com

Для обеспечения высокого уровня надежности ПО на предприятиях ИТ-сферы используются различные алгоритмы оценки надежности. Эти алгоритмы помогают выявлять и устранять ошибки на ранних стадиях его разработки, что снижает риски и затраты на их исправление в будущем.

*Алгоритмы и методы оценки надежности программного обеспечения  
на предприятиях ИТ-сферы*

Применение алгоритмов оценки надежности ПО на предприятиях ИТ-сферы является критически важным для обеспечения качества и стабильности работы ПО. Различные методы оценки надежности позволяют обнаруживать и устранять ошибки и дефекты программного кода еще до того, как они станут проблемой для конечных пользователей [2].

Конкретным примером применения таких методов оценки на российском предприятии ИТ-сферы может служить компания ООО «Инфотех», которая занимается разработкой программного обеспечения для автоматизации учета и управления бизнес-процессами.

Для обеспечения надежности ПО на предприятии ООО «Инфотех» были использованы несколько методов оценки, включая статический анализ кода с помощью инструментов, таких как Sonar Qube, тестирование с помощью автоматизированных тестов и проверка соответствия стандартам качества (см. Таблицу).

В рамках проверки соответствия стандартам качества был использован стандарт ISO/IEC 25010, который определяет критерии качества программного обеспечения. Для проверки соответствия этому стандарту были проведены аудиты качества и проверка соответствия разработанного ПО требованиям стандарта.

Также на предприятии ООО «Инфотех» был проведен статический анализ кода с помощью инструментов Sonar Qube, что позволило выявить потенциальные проблемы в коде и устранить их до того, как они привели к серьезным ошибкам в работе ПО.

В целях обеспечения высокого уровня надежности ПО также использовались автоматизированные тесты, которые позволили проверить работоспособность ПО в различных сценариях использования.

Одним из наиболее распространенных методов оценки надежности ПО является **тестирование**. Этот метод заключается в проверке работы ПО на наборе тестовых данных, которые могут быть представлены в качестве входных или выходных данных. Основная цель тестирования – выявить ошибки и дефекты, которые могут привести к непредсказуемому поведению программы [3]. Для этого используются различные типы тестирования, такие как модульное, интеграционное, системное, приемочное и др.

**Инструменты и методы оценки надежности ПО, их особенности и примеры успешного применения на практике\***

Инструмент/ метод оценки	Особенности	Примеры успешного применения на практике
Статический анализ кода	Позволяет обнаруживать ошибки и потенциальные уязвимости до запуска приложения. Может быть автоматизирован и производиться без необходимости запуска программы	Использование инструментов статического анализа кода, таких как PVS-Studio, на практике привело к улучшению качества ПО и сокращению времени на тестирование и отладку. Например, компания Samsung Electronics внедрила PVS-Studio в свой процесс разработки и получила существенное улучшение качества своего продукта
Тестирование	Позволяет проверять функциональность приложения и выявлять ошибки и уязвимости в реальном времени. Может быть автоматизировано и производиться как на этапе разработки, так и после запуска программы	Использование автоматизированных инструментов тестирования, таких как Selenium, позволило компании Google значительно ускорить процесс тестирования своих веб-приложений и повысить качество своего ПО
Проверка соответствия стандартам качества	Позволяет убедиться, что ПО соответствует определенным стандартам и требованиям. Это может включать в себя проверку соответствия стандартам безопасности, производительности и др.	Многие компании, такие как Microsoft, Oracle и другие, используют стандарты качества, такие как ISO 9001 и ISO 27001, для обеспечения высокого уровня надежности своего ПО
Формальная верификация	Использует математические методы для проверки корректности и надежности ПО. Позволяет обнаруживать ошибки и уязвимости, которые могут быть упущены другими методами, однако требует значительных ресурсов и может быть сложна в применении	При разработке критически важных систем, таких как системы управления полетом, используются методы формальной верификации для обеспечения высокой надежности. Например, компания NASA использовала методы формальной верификации при разработке ПО для космических аппаратов

*Источник: таблица составлена автором.*

**Моделирование** ПО также является методом оценки надежности программного обеспечения, который основан на создании математических моделей и служит для анализа работы ПО и выявления потенциальных проблем. В качестве примера можно привести метод моделирования на основе марковских цепей. Он заключается в создании математической модели, которая отражает все возможные состояния системы и переходы между ними. Эта модель может быть использована для анализа работы программного обеспечения и определения его надежности.

Еще одним методом оценки надежности ПО является **формальная верификация** – математическое доказательство правильности работы программного обеспечения. Она основана на формализации требований к ПО и создании математических моделей, которые могут быть проверены на соответствие заданным требованиям. Для достижения этой цели используются специализированные инструменты, такие как системы автоматической верификации, которые позволяют проводить формальную проверку [4].

Примером применения методов формальной верификации на предприятии России является компания ООО «Технологии безопасности», которая занимается разработкой программных продуктов для обеспечения безопасности информационных систем. В част-

ности, для проверки корректности работы программного обеспечения использовался инструмент SPARK Pro, который позволяет создавать формальные математические модели программы и доказывать их корректность. Например, для проверки корректности работы системы защиты от вредоносного ПО на предприятии была создана формальная модель программы в SPARK Pro. Затем была проведена формальная верификация модели, которая позволила доказать отсутствие ошибок в программном коде и корректность работы системы.

Таким образом, использование методов формальной верификации позволяет обеспечивать высокий уровень надежности разрабатываемых программных продуктов и уменьшать риски возникновения ошибок в работе программного обеспечения, которые могут привести к серьезным последствиям в области информационной безопасности.

Таким образом, на предприятиях ИТ-сферы может быть использовано множество других методов и инструментов для оценки надежности ПО, однако выбор конкретного метода зависит от многих факторов, включая тип и сложность ПО, бюджет и время, доступные для проведения оценки.

Примером успешного применения автоматизированных инструментов для оценки надежности ПО является также компания Coverity, которая разработала программное обеспечение для автоматизированной проверки кода на наличие ошибок и потенциальных проблем в коде. Их инструменты позволяют выявлять и устранять ошибки в коде до его запуска, что существенно повышает надежность и качество ПО.

Еще один пример успешного применения автоматизированных инструментов – компания Parasoft, которая предлагает инструменты для автоматизированного тестирования ПО и обнаружения проблем в коде. Их инструменты позволяют автоматизировать тестирование, анализировать покрытие кода тестами и выявлять проблемы.

Также стоит упомянуть инструменты, разработанные компанией JetBrains, такие как IntelliJ IDEA, PyCharm и PhpStorm. Эти инструменты позволяют автоматизировать статический анализ кода, обнаруживать проблемы в коде, предлагать исправления и улучшения.

В целом автоматизированные инструменты для оценки надежности ПО становятся все более популярными и необходимыми для предотвращения проблем в коде, улучшения его качества и повышения надежности ПО.

#### *Повышение удовлетворенности клиентов – одна из важнейших задач предприятий ИТ-сферы*

Удовлетворенный заказчик может стать постоянным клиентом, кроме того, он может рекомендовать компанию своим знакомым и коллегам, поэтому предприятиям важно не только предоставлять качественное ПО, но и обеспечивать хороший уровень обслуживания.

Одним из способов повышения удовлетворенности клиентов является улучшение процесса поддержки пользователей. Клиенты часто сталкиваются с проблемами при использовании ПО, и если у них есть возможность получить быстрое и качественное решение проблемы, то они оценят это и будут более склонны оставаться клиентами данной компании.

Улучшение качества ПО – это важный аспект работы любого предприятия в ИТ-сфере. Надежность, производительность и функциональность ПО напрямую влияют на успех бизнеса и удовлетворенность клиентов [5].

Тестирование и моделирование ПО – это два основных подхода к оценке его надежности. Комбинирование этих методов может привести к более точной оценке надежности ПО.

Применение алгоритмов оценки надежности программного обеспечения на предприятиях...

Применение алгоритмов оценки надежности ПО позволяет предприятиям ИТ-сферы снизить затраты на исправление ошибок в будущем, увеличить эффективность разработок и повысить удовлетворенность клиентов, улучшить свою репутацию на рынке и повысить конкурентоспособность.

Несмотря на то что применение алгоритмов оценки надежности ПО требует дополнительных усилий и ресурсов, это вложение окупается в виде улучшения качества ПО и повышения уровня удовлетворенности клиентов.

В целом применение алгоритмов оценки надежности ПО, в том числе на предприятиях ИТ-сферы является важным элементом улучшения качества ПО и достижения успеха в бизнесе [6].

Чтобы обеспечить качественную поддержку клиентов, можно использовать различные инструменты. Например, можно создать систему обратной связи, чтобы клиенты могли сообщать о проблемах и предлагать улучшения. Также можно создать базу знаний, где клиенты смогут найти ответы на часто задаваемые вопросы и решения проблем.

Важным аспектом улучшения процесса поддержки пользователей является обучение персонала, который занимается обслуживанием клиентов. Качество ПО является ключевым фактором, влияющим на удовлетворенность клиентов, поэтому предприятиям ИТ-сферы необходимо обеспечивать надежность и безопасность ПО. При этом следует учитывать, что удовлетворенность клиентов зависит не только от качества ПО, но и от качества обслуживания. Компания может проводить регулярные тренинги и семинары, чтобы обучать персонал новым технологиям и методам работы с клиентами.

Кроме того, можно использовать аналитику данных для повышения удовлетворенности клиентов. С помощью аналитики можно определить наиболее часто возникающие у клиентов проблемы и предложить их решения. Также аналитика может помочь в определении наиболее популярных функций ПО и улучшении их для более эффективного использования.

Наконец, важно учитывать мнение клиентов и работать над улучшением продукта на основе этого мнения. Компания может проводить опросы и интервью с клиентами, чтобы выяснить их потребности и предпочтения, и использовать эту информацию для улучшения своих продуктов.

Применение алгоритмов оценки надежности ПО на предприятиях ИТ-сферы позволяет не только обеспечить надежность ПО, но и улучшить качество обслуживания клиентов. Автоматизация процессов тестирования и анализа надежности ПО позволяет быстро выявлять и устранять проблемы, связанные с ненадежностью ПО, что снижает количество проблем, с которыми сталкиваются пользователи [7].

Одним из примеров успешной автоматизации процессов тестирования и анализа надежности ПО на российском рынке является использование инструментов от компании Kaspersky Lab, которая является мировым лидером в области антивирусных программ и кибербезопасности. Одними из главных принципов компании являются надежность и безопасность ПО, что подразумевает высокие требования к тестированию и анализу надежности. Для решения этих задач Kaspersky Lab использует ряд автоматизированных инструментов, включая Kaspersky Anti-Virus Engine, Kaspersky Security Network и Kaspersky Lab Technology Services. Благодаря использованию этих инструментов и методов Kaspersky Lab обеспечивает высокую надежность своих продуктов и минимизирует количество проблем, связанных с ненадежностью ПО, что, в свою очередь, повышает удовлетворенность клиентов и укрепляет лидерство компании в отрасли кибербезопасности.

Оценка надежности ПО также позволяет предотвратить возможные проблемы, которые могут возникнуть в процессе его эксплуатации, и улучшить его функциональность. Например, если алгоритмы оценки надежности выявляют проблемы с производительностью ПО, то предприятие ИТ-сферы может улучшить его архитектуру и оптимизировать код, что повысит его производительность и удовлетворенность клиентов.

Также оценка надежности ПО может помочь предприятию ИТ-сферы в принятии решения о том, какие функции и возможности добавить в ПО, чтобы удовлетворить потребности клиентов. Анализ использования ПО клиентами может показать, какие функции наиболее востребованы, а какие нужно улучшить, чтобы повысить удовлетворенность клиентов.

В целом применение алгоритмов оценки надежности программного обеспечения на предприятиях ИТ-сферы имеет множество преимуществ. Оно позволяет повысить качество ПО, снизить количество ошибок и сбоев, ускорить процесс разработки и улучшить удовлетворенность клиентов.

Однако реализация алгоритмов оценки надежности программного обеспечения требует дополнительных ресурсов – как временных, так и финансовых. Введение таких алгоритмов может повлечь за собой изменения в организационной структуре и процессах предприятия.

Кроме того, оценка надежности программного обеспечения является лишь одним из инструментов повышения качества ПО и не гарантирует полной надежности. Она должна быть дополнена другими методами, такими как тестирование, отладка и анализ требований [8].

#### *Заключение*

Таким образом, применение алгоритмов оценки надежности ПО является важным этапом в разработке программного обеспечения на предприятиях ИТ-сферы, в создании качественного и надежного продукта. Это важный шаг в улучшении качества ПО, благодаря которому можно существенно сократить риски для бизнеса и увеличить удовлетворенность клиентов.

Алгоритмы оценки надежности позволяют оценивать качество ПО, выявлять ошибки и уязвимости, а также повышать надежность и безопасность продукта. Снижение затрат на исправление ошибок в будущем достигается благодаря тому, что алгоритмы оценки надежности ПО позволяют выявлять и исправлять ошибки и недочеты еще на этапе разработки, а не после выпуска готового продукта на рынок.

Однако следует отметить, что алгоритмы оценки надежности ПО не являются универсальными и не могут гарантировать 100-процентного качества продукта. Важно использовать их в сочетании с другими методами и технологиями разработки, чтобы достичь максимальной надежности и качества ПО. Кроме того, необходимо обеспечить постоянную обратную связь от пользователей и проводить регулярные обновления и тестирование ПО для поддержания его надежности и актуальности.

Также необходимо помнить о дополнительных ресурсах, требующихся для реализации таких алгоритмов, и об использовании других методов для достижения полной надежности ПО.

Одним из основных алгоритмов является тестирование ПО, которое позволяет выявлять ошибки и дефекты в процессе разработки. Также используются методы моделирования ПО, которые позволяют предсказывать надежность и качество ПО на основе математических моделей.

Применение алгоритмов оценки надежности программного обеспечения на предприятиях ...

Применение алгоритмов оценки надежности ПО имеет ряд преимуществ, таких как повышение удовлетворенности клиентов, снижение затрат на исправление ошибок в будущем и увеличение эффективности разработки ПО. Однако следует учитывать, что алгоритмы оценки надежности ПО не являются универсальными и должны использоваться в сочетании с другими методами и технологиями разработки.

Наконец, можно заключить, что применение алгоритмов оценки надежности программного обеспечения является ключевым фактором успешной разработки и внедрения ПО на предприятиях ИТ-сферы. Компании, которые серьезно относятся к качеству и надежности своих продуктов, должны использовать различные алгоритмы оценки надежности ПО в своей работе, чтобы обеспечить высокий уровень качества и удовлетворенности клиентов, а также минимизировать затраты на исправление ошибок в будущем.

### Литература

1. Pressman R.S., Bruce M. *Software Engineering: A Practical Approach*. 8<sup>th</sup> edition. McGraw Hill, 2020. 976 p. ISBN 9780078022128.
2. Макконнелл С. Совершенный код / Пер. с англ. В.Г. Вшивцева. М. : Русская редакция, 2019. 896 с. ISBN 978-5-7502-0064-1.
3. Канер С., Фолк Дж., Енг Кек Нгуен. Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений: Пер. с англ. К. : ДиаСофт, 2001. 544 с. ISBN 966-7393-87-9.
4. Непомнящий В.А., Рякин О.М. Прикладные методы верификации программ. М. : Радио и связь, 1988. 255 с. ISBN 5-256-00156-6. EDN RVKWLN.
5. Гниденко И.Г., Павлов Ф.Ф., Федоров Д.Ю. Технология разработки программного обеспечения : учебное пособие для среднего профессионального образования. 2-е изд. М. : Юрайт, 2023. 248 с. ISBN 978-5-534-18131-9.
6. Куликов С.С., Данилова Г.В., Смолякова О.В, Меженная М.М. Тестирование программного обеспечения: учеб. пособие. Минск : БГУИР, 2019. 276 с. ISBN 978-985-543-462-8.
7. Щербаков А.С. Быстрый алгоритм учета зависимостей данных при анализе и тестировании программного обеспечения СБИС // Проблемы разработки перспективных микро- и нанoeлектронных систем (МЭС). 2016. № 2. С. 76–83. EDN UJVSKO.
8. Sommerwill И. Инженерия программного обеспечения : Пер. с англ. 6-е изд. М. : Вильямс, 2002. 624 с. ISBN 5-8459-0330-0.

### References

1. Pressman R.S., Bruce M. (2020) *Software Engineering: A Practical Approach*. 8<sup>th</sup> edition. McGraw Hill. 976 p. ISBN 9780078022128.
2. McConnell S. (2004) *Code complete*. 2<sup>nd</sup> edition. Cisco Press. 952 p. (Russian edition: Transl. by V.G. Vshivtsev. Moscow : Russkaya redaktsiya Publ. 896 p.).
3. Kaner C., Falk J., Hung Q. Nguyen (2011) *Testing Computer Software*. 2<sup>nd</sup> edition. Wiley. 496 p. ISBN 1118080688
4. Nepomnyashchiy V.A., Ryakin O.M. (1988) *Prikladnye metody verifikatsii program [Software Verification Applications]*. Moscow : Radio i svyaz` Publ. 255 p. ISBN 5-256-00156-6. (In Russian).
5. Gnidenko I.G., Pavlov F.F., Fedorov D.Yu. (2023) *Tekhnologiya razrabotki programmynogo obespecheniya [Software Development Technology]* : Training manual for secondary vocational education. 2<sup>nd</sup> edition. Moscow : Yurait Publ. 248 p. ISBN 978-5-534-18131-9. (In Russian).

6. Kulikov S.S., Danilova G.V., Smolyakova O.V, Mezhennaya M.M. (2019) *Testirovanie programmnoy obespecheniya* [Software testing] : Training manual. Minsk : Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics Publ. 276 c. ISBN 978-985-543-462-8. (In Russian).
7. Shherbakov A.S. (2016) Fast algorithm for data dependency tracking in software and firmware analysis and testing. *Problemy razrabotki perspektivnykh mikro- i nanoelektronnykh sistem (MES)* [Problems of Advanced Micro- and Nanoelectronic Systems Development (MES)]. No. 2. Pp. 76–83. (In Russian).
8. Sommerville I. (2002) *Software Engineering*. 6<sup>th</sup> edition. Addison Wesley. 720 p. ISBN 020139815X. (Russian edition: Transl. by A.A. Min'ko, Moscow : Williams Publ. 790 p. ISBN 5-8459-0330-0).