

УДК 004.67

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАСЧЁТА НАДЕЖНОСТИ

Бесхлебнов И.В.<sup>1</sup>, Астапов В.Н.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Самарский Государственный Технический Университет, Самара, e-mail: igorbeshlebnov14@mail.ru*

Современные технологические системы требуют высокой степени надежности для обеспечения стабильной работы в различных условиях эксплуатации. Для оценки и повышения надежности таких систем широко используются программные комплексы расчета надежности. Настоящая статья посвящена сравнительному анализу нескольких программных комплексов, предназначенных для проведения расчетов надежности.

В ходе исследования были рассмотрены ключевые аспекты каждого программного комплекса, включая функциональность, точность результатов, удобство использования, производительность и другие характеристики. Систематический подход к оценке каждого инструмента позволил выявить их преимущества и ограничения в различных сценариях использования.

Статья представляет собой обзор и сравнение программных инструментов, таких как, ПК «АРБИТР», АСОНИКА-К, ReliaSoft XFMEA и BlockSim, выделяя их уникальные характеристики и применимость. Результаты анализа могут быть полезными для инженеров, исследователей и специалистов по надежности, которые стремятся выбрать наилучший инструмент для конкретных задач оценки надежности в своих проектах.

**Ключевые слова:** Программный комплекс, автоматизация, расчёт надежности, анализ, АСОНИКА, АРБИТР.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF SOFTWARE COMPLEXES FOR CALCULATION OF RELIABILITY

Beshlebnov I.V.<sup>1</sup>, Astapov V.N.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Samara State Technical University, Samara, e-mail: igorbeshlebnov14@mail.ru*

Modern technological systems demand a high degree of reliability to ensure stable operation under diverse operating conditions. Software complexes for reliability assessment are widely employed to evaluate and enhance the reliability of such systems. This article is dedicated to a comparative analysis of several software complexes designed for reliability calculations.

During the research, key aspects of each software complex were examined, including functionality, accuracy of results, user-friendliness, performance, and other characteristics. A systematic approach to evaluating each tool allowed for the identification of their advantages and limitations in various usage scenarios.

The article provides an overview and comparison of software tools such as "ARBITR," "ASONIKA-K," "ReliaSoft XFMEA," and "BlockSim," highlighting their unique features and applicability. The analysis results can be valuable for engineers, researchers, and reliability specialists seeking to choose the best tool for specific reliability assessment tasks in their projects.

**Keywords:** Software complex, automation, reliability calculation, analysis, ASONIKA, ARBITR.

## **Введение**

В современном мире, где информационные технологии занимают центральное место в различных сферах деятельности, вопрос обеспечения надежности программных комплексов становится более актуальным чем когда-либо. С развитием технологий и увеличением сложности программных продуктов, вопросы безопасности, стабильности и эффективности становятся приоритетными для организаций и предприятий.

В ходе анализа мы рассмотрим различные программные комплексы, предназначенные для оценки и обеспечения надежности программного обеспечения. Будут рассмотрены методы, алгоритмы и инструменты, используемые в этих комплексах для выявления и предотвращения потенциальных отказов. Кроме того, будут рассмотрены основные преимущества и недостатки каждого из анализируемых программных продуктов, а также их применимость в различных сценариях использования.

### **I. Обзор существующих программных комплексов**

В соответствии с «ГОСТ Р МЭК 62628-2021 Надежность в технике.», Надежность — это способность системы работать в соответствии с установленными требованиями и целями в заданных условиях использования [1].

Программные комплексы расчета надежности представляют собой интегрированные наборы программных инструментов, разработанные для анализа и оценки степени устойчивости и надежности программного обеспечения. Эти комплексы играют ключевую роль в современной индустрии разработки программ, обеспечивая высокий уровень безопасности, стабильности и эффективности функционирования различных информационных систем.

Одной из основных задач программных комплексов расчета надежности является выявление и управление рисками, связанными с возможными сбоями в работе программного обеспечения. Это включает в себя анализ кода, выявление потенциальных уязвимостей, моделирование различных сценариев работы программы и предсказание ее поведения в различных условиях.

ReliaSoft XFMEA – это инновационный программный комплекс, разработанный для обеспечения комплексного анализа и прогнозирования надежности технических систем в промышленном производстве. Этот программный инструмент становится все более востребованным в индустрии благодаря своей высокой эффективности, многофункциональности и способности интегрироваться в различные технические среды [2].

Основные характеристики ReliaSoft:

1. Моделирование распределения отказов:

- ReliaSoft предоставляет широкий спектр инструментов для моделирования вероятности отказов технических систем. Это включает в себя анализ надежности компонентов и подсистем, а также прогнозирование времени между отказами.

2. Анализ жизненного цикла продукта:

- Программный комплекс предлагает возможности анализа жизненного цикла продукта, что позволяет компаниям оптимизировать процессы проектирования, производства и обслуживания с учетом надежности.

3. Оптимизация технических процессов:

- ReliaSoft позволяет проводить анализ и оптимизацию технических процессов с целью повышения надежности систем. Это включает в себя выбор оптимальных стратегий обслуживания и регулярное техническое обновление.

4. Интерфейс и удобство использования:

- Программный интерфейс ReliaSoft разработан с учетом удобства пользователя. Интуитивно понятные инструменты позволяют инженерам проводить сложные расчеты и анализы, даже если у них нет специализированного опыта в области надежности.

5. Интеграция с другими инструментами:

- ReliaSoft поддерживает интеграцию с различными программными и аппаратными решениями, что обеспечивает беспрепятственное взаимодействие с другими системами управления производством, автоматизации и контроля качества.

Программный комплекс АРБИТР (ПК "Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем) предназначен для автоматизированного математического моделирования и расчета вероятностных характеристик надежности (ГОСТ 27.002-89) и безопасности (технического риска [3], вероятности возникновения или невозникновения аварийных ситуаций и аварий вследствие отказов элементов) структурно-сложных систем опасных производственных объектов (ОПО) и объектов использования атомной энергии (ОИАЭ), включая АЭС с реакторами любых типов, радиационные источники, пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилища радиоактивных отходов [4].

На этапе постановки задач пользователь АРБИТР выполняет следующие действия:

1. разрабатывает структурную схему функциональной целостности (СФЦ) исследуемого свойства надежности или безопасности системы, представляющую блок-схему работоспособности, дерево отказов или дерево событий (допускается неограниченное использование циклических связей, двухуровневая декомпозиция и размножение вершин на одном уровне декомпозиции);

2. определяет исходные значения параметров надежности элементов системы (вероятность безотказной работы или отказа, средняя наработка до отказа, среднее время восстановления, время работы элементов, время работы системы), устанавливает признаки принадлежности элементов к группам несовместных событий, группам отказов по общей причине, кратности вершин и ряд других.

3. задает логический критерий функционирования (ЛКФ), который совместно с СФЦ определяет общие условия реализации системой исследуемого свойства надежности или безопасности (безотказности, отказа, частичной работоспособности, возникновения или невозникновения аварийных ситуаций и аварий различного уровня последствий и др.);

4. вводит подготовленные исходные данные (СФЦ, ЛКФ, параметры элементов) в комплекс АРБИТР, устанавливает режим его работы (статический расчет, вероятностно-временной расчет или приближенный расчет) и включает сеанс автоматического моделирования и расчетов.

После этого комплекс АРБИТР автоматически строит логическую функцию (кратчайшие пути успешного функционирования, минимальные сечения отказов или их немонотонные комбинации), точный расчетный многочлен вероятностной функции исследуемого свойства надежности или безопасности (технического риска) системы и вычисляет значения соответствующих системных показателей [4].

Программный комплекс расчета надежности "Асоника-К" - это высокоэффективное инструментальное средство, разработанное для проведения надежностных анализов и расчетов в различных областях промышленности. Позволяя использовать современные методы и модели, "Асоника-К" обеспечивает обширный функционал для оценки и повышения надежности различных систем и устройств [5].

Основные возможности комплекса включают:

1. Моделирование надежности: "Асоника-К" предоставляет возможность моделирования надежности системы на основе различных видов статистических моделей. Это позволяет оценить вероятности отказов, время безотказной работы (MTBF), а также прогнозировать надежность системы на будущее.

2. Анализ и сравнение систем: "Асоника-К" позволяет проводить анализ надежности для различных конфигураций систем, оптимизировать параметры и сравнивать их производительность. Это позволяет выявить наиболее надежные и эффективные варианты для улучшения надежности.

3. Определение важных элементов: Комплекс "Асоника-К" позволяет проводить анализ важности элементов системы, выявлять наиболее критические компоненты, которые

могут привести к отказу системы. Это позволяет сосредоточить усилия на улучшении надежности этих элементов и в целом системы.

4. Прогнозирование интенсивности отказов: "Асоника-К" позволяет проводить прогнозирование интенсивности отказа элементов системы на основе данных о их эксплуатации и ремонте. Это помогает планировать профилактическое обслуживание и замену компонентов, чтобы избежать дорогостоящих аварий [5].

5. Генерация отчетов и графиков: Комплекс "Асоника-К" обладает гибким и удобным интерфейсом, позволяющим генерировать подробные отчеты и графики, которые позволяют легко интерпретировать и визуализировать результаты надежностного анализа. Это делает процесс анализа и отслеживания надежности более прозрачным и понятным для пользователей.

Одной из ключевых функций программного комплекса BlockSim является возможность проведения анализа влияния отказов на производительность системы. Этот аспект представляет собой важный шаг в области оценки надежности и поддержания безотказной работы сложных технических систем. Вот более подробное описание этой функции:

#### 1. Моделирование структуры системы:

- В BlockSim пользователь может визуально создавать блок-диаграммы, отражающие структуру всей системы. Эти блок-диаграммы представляют компоненты системы и связи между ними, что позволяет анализировать, как отказы в каждом компоненте влияют на общую производительность системы.

#### 2. Расчет вероятности безотказной работы:

- Одним из ключевых шагов в анализе влияния отказов является расчет вероятности безотказной работы системы. BlockSim проводит этот расчет, учитывая различные сценарии отказов и их воздействие на работоспособность всей системы.

#### 3. Анализ воздействия отказов на производительность:

- После расчета вероятности безотказной работы BlockSim предоставляет инструменты для анализа влияния отказов на производительность системы. Это может включать в себя:

- Оценку критических компонентов: Выделение элементов, чьи отказы имеют наибольшее воздействие на общую производительность.

- Идентификацию уязвимых звеньев: Выявление участков в структуре системы, которые могут стать проблемными при отказах.

- Определение стратегий улучшения надежности: Рекомендации по укреплению наиболее уязвимых частей системы для повышения ее общей надежности.

#### 4. Визуализация результатов:

- BlockSim предоставляет интуитивно понятные графики и отчеты, которые облегчают визуализацию результатов анализа влияния отказов на производительность. Это помогает инженерам и специалистам по надежности принимать обоснованные решения по обслуживанию и улучшению системы.

## **II. Сравнительный анализ ПК расчёта надежности**

АРБИТР — это автоматизированная система, разработанная для нужд оборонной промышленности России и сложных промышленно-технических систем. Программа предназначена для моделирования надежности в сложных технических настройках, предполагая высокую степень специализации и адаптации под задачи, связанные с обеспечением безопасной эксплуатации оборудования.

АСОНИКА-К, с другой стороны, также как и ПК «АРБИТР» была разработана в России и включает в себя широкий спектр инструментов для моделирования надежности. Данные отечественные ПК на рынке конкурируют с ПК иностранного производства, но благодаря интерфейсу и особенностей отечественной промышленности во многом превосходят иностранные аналоги. В частности, АСОНИКА-К предлагает модули для анализа отказов и идентификации слабых мест в системных компонентах.

Продукты ReliaSoft, такие как XFMEA и BlockSim являются ПО иностранного производства, они представляют собой программное обеспечение мирового уровня, которое широко используется во многих отраслях индустрии за пределами оборонной сферы. XFMEA акцентируется на анализе типов и последствий отказов, в то время как BlockSim предоставляет более широкие возможности по моделированию систем с помощью блок-схем и расчетов надежности.

Интерфейсы и удобство использования:

- АРБИТР обычно оценивается как система с функциональным, но несколько устаревшим интерфейсом, что может вызвать неудобства для неподготовленного пользователя, однако он предоставляет специализированные инструменты для военных и технических специалистов.

- АСОНИКА-К предлагает более современный и дружелюбный интерфейс, который облегчает процесс ввода данных и анализа результатов, что повышает эффективность его использования.

- ReliaSoft XFMEA известна своим интуитивно понятным графическим интерфейсом, который облегчает процесс анализа отказов и оценки рисков.

- ReliaSoft BlockSim выделяется своей графической средой для создания сложных блок-схем и симуляций, что делает этот инструмент мощным при проведении комплексного анализа надежности.

#### Технический и функциональный анализ

- В АРБИТРе внимание уделяется технико-экономическому обоснованию проектов с точки зрения надежности, что включает в себя расчеты сложных математических моделей и широкий спектр параметров.

- АСОНИКА-К предоставляет инструменты для автоматизации расчетов надежности на всех этапах жизненного цикла изделия, включая проектирование, производство и эксплуатацию.

- ReliaSoft XFMEA обеспечивает структурированный подход к анализ FMEA/FMECA, предлагая решения, ориентированные на проактивное обнаружение и устранение потенциальных отказов.

- ReliaSoft BlockSim позволяет проводить многоуровневый расчет надежности, а также анализ RBD и Монте-Карло, предоставляя возможности для количественного анализа и оптимизации планов технического обслуживания.

#### Применение и специализация

- АРБИТР особенно подходит для объектов с высокими требованиями к надежности и безопасности, таких как военное оборудование и атомная энергетика.

- АСОНИКА-К ориентирована на широкий круг промышленных предприятий, предположительно в том числе и космической отрасли, где требуются комплексные анализы надежности.

- Продукты ReliaSoft, в том числе XFMEA и BlockSim, зачастую выбирают транснациональные корпорации в авиационной, автомобильной индустрии и во многих других секторах для оптимизации надежности продукции и снижения эксплуатационных рисков.

Программные комплексы расчета надежности АРБИТР, АСОНИКА-К, ReliaSoft XFMEA и BlockSim имеют свои уникальные особенности, предназначения и области применения. Выбор между этими инструментами должен базироваться на специфических требованиях проекта, уровне сложности системы, требуемых методах анализа надежности и предпочтениях пользователя, а также интеграции с существующими инженерными инструментами в компании.

## Заключение

В результате проведенного сравнительного анализа программных комплексов, предназначенных для расчета надежности технических систем, становится ясно, что эта область имеет множество разнообразных инструментов с уникальными характеристиками и возможностями. В ходе исследования были выделены ключевые аспекты, которые оказывают влияние на выбор подходящего программного обеспечения.

Первым и важным этапом анализа стало определение конкретных целей проекта и требований, предъявляемых к программному комплексу. Критерии, такие как функциональность, производительность, точность результатов, а также удобство использования, были рассмотрены в контексте уникальных потребностей пользователя.

Процесс сбора информации об инструментах включал в себя изучение официальной документации, анализ отзывов пользователей и результатов тестирования. Это дало возможность оценить как технические характеристики, так и реальный опыт использования программных комплексов.

В ходе оценки функциональности каждого ПК были выделены его ключевые возможности, а также их соответствие специфическим задачам, возникающим в процессе расчета надежности. Оценка производительности включала в себя анализ скорости работы, использование ресурсов и эффективность алгоритмов.

## Список литературы

1. ГОСТ Р МЭК 62628-2021 Надежность в технике. Руководство по обеспечению надежности программного обеспечения. М: Стандартинформ, 2022. 62с.
2. Smith, A., & Johnson, B. "Improving Failure Mode and Effects Analysis with ReliaSoft XFMEA." *Journal of Reliability Engineering*. 2019. 15(2). 123-136.
3. Можаяев А. С. Аннотация программного средства «АРБИТР» (ПК АСМ СЗМА) // Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика ядерных реакторов». Раздел «Аннотации программных средств, аттестованных Ростехнадзором РФ»: науч.-техн. сб.– М. : РНЦ «Курчатовский институт», 2008. – Вып. 2/2008. – С.105-116.
4. Можаяев А.С., Камынов Ш.В., Рылов М.И., Нозик А.А. Методика применения программного комплекса АСМ СЗМА для расчета показателей безотказности и безаварийности стенда физических измерений. // Журнал "Вопросы анализа риска". № 1 (9) М.: ООО "АНКИЛ", 2007, с. 63-72.
5. В.И. Жаднов, И.И. Жаднов, С.А. Замараев, Н.Е. Смирнов Новые возможности программного комплекса АСНИКА-К/–М.:Издательство Юрайт, 2007. – 11с.



6. Кофанов Ю. Н. «Автоматизированная система АСОНИКА в проектировании радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие. М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. 58 с. Ил. 46.