

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Кос Оксаны Игоревны
**«Вероятностные методы и алгоритмы управления состоянием
сложной технической системы»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы» (технические науки).

Проблематика диссертационной работы

В работе Кос О.И. решена задача прогнозирования и управления техническим состоянием сложной технической системы. Сформулированы общая и частные постановки решаемой задачи, которая решена с помощью новых методов и алгоритмов управления состоянием сложной технической системы (СТС).

Актуальность диссертационной работы

Нормативный (проектный) срок службы СТС определяется на основе среднестатистических данных для различных конструкций систем. Однако, реальные параметры материалов отличаются от среднестатистических. Таким образом, фактическое поведение СТС в действительных условиях эксплуатации при реально действующих внешних нагрузках и природно-климатических факторах отличается от расчетной модели СТС.

Прогнозируемый срок службы СТС и времена замен и ремонтов ее элементов должны рассчитываться на основании фактического технического состояния и предыдущей истории эксплуатации. В работе предлагается осуществлять управление техническим состоянием СТС с помощью созданных вероятностных методов и алгоритмов. Поэтому диссертационная работа является актуальной.

Основное содержание диссертационной работы:

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации 184 страницы текста.

Введение диссертационной работы включает в себя обоснование актуальности исследования, описание новизны работы, целей и задач исследования, теоретическую и практическую значимость работы, личный вклад, апробацию работы, публикации по теме исследования.

В первой главе описаны термины и определения надежности в области надежности, соответствующие нормативным документам, которые требуются для решения задачи управления техническим состоянием СТС. В данной главе описаны различные способы оценки надежности СТС, определены недостатки данных методов и предложен новый подход, основанный на применении

вероятностных методов и алгоритмов управления техническим состоянием СТС.

Во второй главе представлена общая постановка задачи управления техническим состоянием СТС. В данной главе представлены два основных разработанных метода: рекуррентный метод расчета надежности на основе оригинальной классификации элементов СТС и математический метод управления техническим состоянием элементов сложной технической системы на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, для которых также приведены постановки задач. Для решения поставленных задач сформулированы и доказаны утверждения.

В третьей главе сформулирована постановка задачи, заключающаяся в оптимизации имеющейся совокупности оптимальных интервалов времен замен (ремонтов) элементов за счёт сокращения количества выходов на объект эксплуатации. Автором предложен ряд модификаций генетического алгоритма: гибридная селекция, состоящая из методов выборной рулетки, элитарного отбора и отбора усечением; гибридный кроссинговер, состоящий из метода одноточечного кроссинговера и метода кроссинговера с уменьшением замены; гибридная мутация, состоящая из метода точечной мутации и метода мутации с вероятностью.

В четвертой главе разработаны алгоритмы на основе созданных методов:

- рекуррентный алгоритм, разработанный на основе созданной классификации элементов;
- алгоритм, разработанный на основе метода управления техническим состоянием элементов сложной технической системы с использованием выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, позволяющий определить оптимальный интервал для замены или ремонта отдельных элементов сложной технической системы;
- алгоритм оптимизации эксплуатационных затрат на СТС, который осуществляет минимизацию количества выездов на объект с использованием модифицированного генетического алгоритма;

Все эти алгоритмы использованы автором при разработке программного комплекса.

В пятой главе описан созданный программный комплекс «Надежность СТС», а также построена схема управления техническим состоянием элементов СТС и СТС в целом на весь период эксплуатации и изложены ее этапы. В разработанном программном комплексе реализованы все методы и

алгоритмы управления техническим состоянием СТС, изложенные в предыдущих главах.

В шестой главе произведена адаптация разработанного программного комплекса для распределенных вычислительных систем высокой производительности, что может оказаться необходимым для расширения возможностей управления эксплуатацией СТС и проведения расчетов в режиме реального времени.

В седьмой главе получены результаты проведенных расчетов с помощью программного комплекса, основанного на разработанных алгоритмах.

В данной главе представлены схемы управления техническим состоянием современных сложных технических систем. Здесь также рассчитаны зависимости между износом, степенью повреждения и вероятностью безотказной работы элементов сложных технических систем в зависимости от прошедшей нагрузки.

В заключении сделаны основные выводы по диссертационной работе.

Основные результаты и их научная новизна

Полученные соискателем результаты являются новыми и актуальными.

Основные результаты и их новизна состоят в следующем:

- разработан метод расчета параметров функции отказов любого элемента СТС на основании результатов обследований;
- создана классификация элементов СТС по их влиянию на надежность системы в целом;
- разработан рекуррентный метод расчета надежности на основе классификации элементов СТС для определения вероятности безотказной работы системы в целом в заданный момент времени с учетом всех произведенных замен (ремонтов) элементов этой системы в предшествующие моменты времени;
- создан метод управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, позволяющий вычислить оптимальный интервал замены (ремонта) каждого элемента СТС;
- применен адаптированный генетический алгоритм для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект;
- построена схема управления техническим состоянием элементов СТС и СТС в целом на весь период эксплуатации.

Достоверность полученных результатов

Степень достоверности результатов подтверждается проработкой литературы по теме диссертации, использованием признанных и надежных математических методов, а также внедрением результатов в практическое использование. Основные положения, сформулированные в работе Кос О.И., получили апробацию на международных и российских конференциях. Основные результаты изложены в семнадцати работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается описанием разработанных вероятностных алгоритмов и методов, апробацией полученных научных результатов на международных и всероссийских конференциях, публикацией в рецензируемых научных изданиях.

Основные выводы исследования логически вытекают из основного содержания диссертации.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Диссертация является самостоятельным исследованием, содержащим совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты. Работа соответствует пунктам 1, 6, 8, 16 паспорта специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы».

Диссертация является завершенной научно-исследовательской работой, выполненной на достаточно высоком научном уровне.

Апробация работы и публикации

Основные научные результаты диссертации Кос О.И. докладывались на российских и международных конференциях и были опубликованы в 17 рецензируемых научных изданиях, в том числе 9 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ и в изданиях, включенных в международную реферативную базу данных Scopus.

Замечания

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. не описано применение разработанного программного комплекса для других типов сложных технических систем;
2. не продемонстрирована возможность применения разработанных методов и алгоритмов для искусственных сооружений других типов;
3. недостаточно полно описана методика, с помощью которой обрабатываются данные обследований искусственных сооружений.

Указанные замечания носят рекомендательный характер, не являются принципиальными и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертационной работы Кос О.И.

Заключительная оценка

Диссертационная работа Кос Оксаны Игоревны представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком уровне, оформленное в виде научно-квалифицированной работы. В работе представлен ряд новых научных результатов, имеющих как теоретическое, так и прикладное значение. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации и дает представление о полученных автором результатах.

Диссертационная работа «Вероятностные методы и алгоритмы управления состоянием сложной технической системы» удовлетворяет требованиям ВАК РФ (п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы» (технические науки), а ее автор, О. И. Кос заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по данной специальности.

Официальный оппонент, кандидат технических наук, директор Института общественных наук (ИОН) Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС).

Адрес: г. Москва, проспект Вернадского 82с3.

Тел.: +79857740547

Эл. почта: golosov-pe@ranepa.ru

Официальный оппонент, к.т.н.

Голосов Павел Евгеньевич

17.01.2025 г.

