

Применение методов логико-вероятностного исчисления профессора И.А.Рябина в программных комплексах

Теоретические разработки д.т.н. профессора **И.А.РЯБИНА**, представленные в данном электронном издании, применяются на практике специалистами ОАО «СПИК СЗМА» при выборе и обосновании структур сложных технических систем на основе сравнительного анализа надежности рассматриваемых вариантов.

ОАО «СПИК СЗМА» выполняет работы в области автоматизации технологических и производственных объектов на протяжении более 50 лет.

ОАО «СПИК СЗМА» с 1996 г. является базовой организацией Госстроя России по реализации научно-технической политики в области исследований, проектирования и наладки систем автоматизации технологических и производственных процессов и инженерного оборудования зданий и сооружений.

Начиная с 2001 г. в ОАО «СПИК СЗМА» ведутся работы по созданию, развитию и практическому применению «Программного комплекса автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем «АРБИТР» Программный комплекс (ПК) «АРБИТР» разработан на основе общего логико-вероятностный метода (ОЛВМ) системного анализа, представляющего собой дальнейшее развитие логико-вероятностных методов оценки надежности структурно-сложных систем, основоположником которых является профессор **И.А.РЯБИН**.

ПК «АРБИТР» реализует новую информационную технологию автоматизированного структурно-логического моделирования и позволяет на основе заданной структурной схемы и вероятностных параметров элементов автоматически строить математические модели (логические и вероятностные) и выполнять расчеты различных показатели надежности, стойкости, живучести, устойчивости, технического риска, ожидаемого ущерба и реальной эффективности структурно-сложных высокоразмерных систем опасных производственных объектов. Логическая полнота ОЛВМ впервые позволила реализовать в одном ПК возможности существующих подходов (деревьев отказов и событий, блок-схем, графов связности и др.) к монотонному логико-вероятностному моделированию систем. Вместе с тем, ПК «АРБИТР» позволяет решать принципиально новый класс задач немонотонного логико-вероятностного моделирования структурно-сложных системных объектов и процессов.

В период с 2005 по 2007 год программный комплекс «АРБИТР» успешно прошел процедуру аттестации в "Совете по аттестации программных

средств" Научно-технического центра по ядерной и радиационной безопасности (НТЦ ЯРБ) Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) РФ. На основании результатов экспертизы на программное средство "Программный комплекс АРБИТР (ПК АСМ СЗМА), базовая версия 1.0" выдан **Аттестационный паспорт Ростехнадзора РФ № 222 от 21 февраля 2007 г.** ПК «АРБИТР» стал первым аттестованным Ростехнадзором РФ отечественным программным средством анализа надежности и безопасности систем. ПК «АРБИТР» аттестован сроком на 10 лет и разрешен к применению на всех предприятиях, поднадзорных Ростехнадзору РФ

К настоящему времени накоплен значительный опыт практического применения ПК «АРБИТР» на предприятиях, в коммерческих и научно-исследовательских организациях, а также в высших учебных заведениях РФ. Работы по дальнейшему развитию теории ОЛВМ, технологии АСМ и совершенствованию ПК продолжаются.



АО «СПИК СЗМА» - производственно-инжиниринговая компания, основанная в 1961 г. Выполняет полный комплекс инжиниринговых услуг по автоматизации технологических процессов и производств, имеет собственное производство систем управления и электротехнического оборудования, центр продаж, сервисный и учебный центры.

Один из видов деятельности компании - **научная разработка методов и средств расчета надежности технически сложных систем на стадии проектирования, разработка специального программного обеспечения, обучение.**

Система менеджмента качества компании соответствует требованиям международного стандарта ISO 9001:2015

✉ **199106, 26-я линия В.О., дом 15, корп. 2, БЦ «Биржа»**

☎ **+7 (812)610-78-79**

@ **info@szma.com**

www.szma.com

691.311.019.3
621.311
p.98

И. А. РЯБИНИН

ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ

**СУДОВЫХ
ЭЛЕКТРО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**



И. А. РЯБИНИН

**ОСНОВЫ
ТЕОРИИ И РАСЧЕТА
НАДЕЖНОСТИ
СУДОВЫХ
ЭЛЕКТРО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**



Издание 2-е, переработанное и дополненное

Рябинин И. А.

Р98 Основы теории и расчета надежности судовых электроэнергетических систем. 2-е изд., Л., «Судостроение», 1971. 456 с

В книге излагаются три составные части основ теории и расчета надежности сложных технических систем: основные понятия и количественные характеристики надежности и потоков событий; статистическая оценка показателей надежности и проверка различных гипотез о надежности судового электрооборудования; методы расчета структурной надежности судовых электроэнергетических систем (СЭС) без учета и с учетом восстановления. Почти все теоретические положения иллюстрируются примерами и расчетами, доведенными до конечных числовых результатов.

Книга рассчитана в первую очередь на инженеров, занимающихся проектированием и эксплуатацией СЭС, на работников научно-исследовательских институтов и проектных организаций, исследующих вопросы надежности СЭС. Она может быть полезна также инженерам других специальностей, работающим в области проектирования и использования сложных технических систем, а также преподавателям, аспирантам и студентам технических вузов.

УДК 621.311.019.3 : 629 : 12

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Настоящее издание значительно отличается от первого [92]. Автор постарался возможно полнее учесть в нем замечания и пожелания, которые содержались в печатных рецензиях на первое издание книги [28, 86], а также были сообщены автору устно и письменно.

Изменения и дополнения второго издания настолько существенны, что проще сказать сначала о том материале, который без особых изменений взят из первого издания. Это относится в первую очередь к главам 2, 4, 5, 8 и некоторым параграфам из других глав (§ 1, 2, 5, 11, 12, 35—38).

Заново написаны для второго издания § 3, 4, 13, 14, 15, 28, 31, 32, 33, 39, 40, 41 и вся глава 9. Не упомянутые в указанном выше перечне материалы подверглись существенной переработке и сокращению. Все сказанное, естественно, относится не только к основному тексту книги, но и к примерам, число которых увеличено до 50. В тексте имеется большое число рисунков и расчетных таблиц, которые не только иллюстрируют теорию, но и могут быть использованы для учебных целей.

Несмотря на повторное издание в 1968 г. «Таблиц математической статистики» Л. И. Большева и Н. В. Смирнова [16], все еще ощущается потребность в некоторых наиболее часто используемых таблицах. Поэтому, идя навстречу пожеланиям рецензентов [28, 86], автор включил в книгу несколько таких таблиц в виде небольшого приложения.

Хотя в книге и используются сложные математические методы, но написана она не для математиков, а для инженеров. Все вопросы рассматриваются в ней с точки зрения практического применения. Основное внимание уделяется не обоснованию каких-либо новых критериев, а практике их использования, уяснению сущности, достоинств и недостатков, а также области их возможного применения.

Предполагается, что читатель владеет основными понятиями теории вероятностей и математической статистики в объеме книги Е. С. Вентцель [25] или первой главы книги [33], написанной Б. В. Гнеденко. Читателю, незнакомому с символикой и терминологией, принятой в теории множеств и в алгебре логики, целесообразно предварительно прочесть вспомогательный § 5.

Пользуясь случаем, автор сердечно благодарит всех товарищей, высказавших свое мнение о недостатках первого издания книги.

Особенно автор благодарен докторам наук В. А. Веникову, Л. Г. Мамиконянц и В. И. Нечипоренко, приславшим официальные рецензии на книгу в издательство «Судостроение»; своим коллегам и помощникам по работе А. С. Смирнову, В. К. Николаевой, Р. М. Сафулину, Ю. С. Каретникову, В. А. Крылову, Э. А. Лосеву, С. Д. Макаренкову и Р. А. Тимофееву, а также московским ученым Ю. К. Беляеву, Г. В. Веникову, В. П. Грабовецкому, Г. В. Дружинину, А. В. Розанову и В. Н. Тутубалину.

Автор и в дальнейшем с благодарностью примет все замечания и предложения, которые просит направлять по адресу: Ленинград, Д-65, ул. Гоголя, д. 8, издательство «Судостроение».

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Развернувшееся за последние годы в СССР и зарубежных странах разностороннее теоретическое и экспериментальное изучение надежности сложных систем способствовало быстрому формированию теории надежности как нового раздела знаний. В разработку теории надежности вовлекается все больший круг математиков и инженеров.

Исключительно большое значение проблема надежности имеет для различных судовых систем, установок, устройств и аппаратуры. Современное судно представляет собой сложный комплекс самых разнообразных технических средств, от надежной работы которых зависят эффективность и безопасность использования судна. Это в полной мере относится к одной из основных судовых систем, а именно электроэнергетической (ЭС).

Сложность и важность обеспечения надежности судового электрооборудования требует привлечения к работе в данной области всех специалистов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией ЭС.

Первая попытка систематизированного изложения основ теории и методов расчета надежности электроэнергетических систем нашла отражение в книге автора, изданной в 1963 г. [90]. В настоящей работе обобщен десятилетний опыт работы автора в области надежности электроэнергетических систем, позволяющий оценить главные направления практического использования теории надежности.

Несмотря на большое и все возрастающее число публикаций по проблеме надежности, в них преимущественно рассматриваются чисто аналитические методы расчета. В то же время почти полностью отсутствуют работы по статистическим методам исследования надежности в условиях реальной эксплуатации. Все это затрудняет накопление объективных статистических данных о надежности судовых средств автоматики и электрооборудования, а также вынуждает исследователей часто прибегать к существенным упрощениям задачи, диктуемым не физикой изучаемого процесса, а требованиями математического аппарата. В итоге теория надежности недостаточно внедряется в современную практику.

По мнению автора, более осязаемые результаты для проектирования надежных судовых электроэнергетических систем и научной организации их использования могут быть получены с помощью моделирования процессов функционирования СЭС на цифровых вычислительных машинах. Большим достоинством этого метода кроме его универсальности и быстродействия является то, что уже на начальной стадии разработки исследуемой системы (т. е. до проведения каких-либо расчетов) проектировщику приходится глубже продумывать все связи и отношения, существующие в системе, яснее представлять ее сильные и слабые стороны и те элементы, которые будут определять надежность всей системы.

Что касается статистических исследований надежности элементов судового электрооборудования, то здесь следует подчеркнуть ценность не только окончательного суждения о том или ином параметре надежности, но и самого процесса сбора, классификации, хранения и обработки статистических данных. Если эта работа хорошо организована и данные поступают систематически, то, собранные в одном месте, они оказывают большую помощь специалистам, разрабатывающим и использующим судовое электрооборудование.

В процессе работы над проблемой надежности постоянно имел место полезный обмен мнениями со специалистами-электроэнергетиками, которым автор весьма признателен. Особенно многим автор обязан профессору, доктору технических наук В. А. Тимофееву. Автор с благодарностью отмечает большой труд кандидатов технических наук К. В. Недялкова, В. Д. Рубиновича, К. К. Облеухова, М. Д. Маслакова, В. И. Яговкина, Ю. А. Светликова, инженеров Л. В. Тихомирова, Р. П. Просужих, Ю. С. Кокурина, В. А. Целемецкого и старших научных сотрудников программистов А. В. Даниловой, Е. П. Скубченко, которые в той или иной мере способствовали развитию взглядов, отраженных в настоящей книге, помогли «увидеть» реальную статистику, характерную для судов, а также выполнить разнообразные расчеты на ЭЦВМ.

Автор благодарен докторам технических наук Л. П. Веретенникову, Д. В. Вилесову, А. М. Половко, И. П. Падерно, Г. Ф. Супруну и Н. М. Хомякову за критику, советы и предложения, которые они высказывали по различным аспектам настоящей книги. Автор выражает искреннюю признательность Л. П. Андрееву, А. В. Воршевскому и А. П. Папчинскому за замечания, сделанные после прочтения всей рукописи.