

Таким образом, разработанный раздел базы данных для класса «Пружины», позволяет не только сократить объем исходных данных и избежать возможных ошибок при вводе информации, но и обеспечить воспроизводимость результатов расчетов интенсивностей отказов пружин за счет использования единой базы данных.

Список литературы

1. Лушпа, И.Л. Обзор основных методик расчета надежности механических элементов / И.Л. Лушпа // Науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. – С. 173.
2. Лушпа, И.Л. Обзор современных программных комплексов расчета безотказности механических и электромеханических элементов / И. Лушпа, М. Монахов // Сб. тр. VII Междунар. науч.-практ. конф. учащихся и студентов. 1 ч. ; под ред. Ю.А. Романенко, Н.А. Анисинкиной, О.А. Солошенко. – Протвино: Управление образования и науки, 2014. – С. 128–130.
3. NSWC-2011/LE10. Handbook of Reliability prediction Procedures for Mechanical Equipment.
4. Монахов, М.А. Исследование модели интенсивности отказов изогнутых кольцевых пружин / М.А. Монахов, В.М. Фокин, И.Л. Лушпа // Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н. Е. Жуковского. X Всеросс. науч.-техн. конф.: сб. тез. докл. Всеросс. науч.-техн. конф. Москва, 12 апр. 2013 г. – М.: Изд. дом Академии им. Н. Е. Жуковского, 2013. [Электронный ресурс]: 1 электрон, опт. диск (CD-ROM).
5. Монахов, М.А. Исследование модели интенсивности отказов механических элементов класса «Пружины» / М.А. Монахов, В.М. Фокин, И.Л. Лушпа // Инновационные информационные технологии: материалы междунар. науч.-практ. конф. Т. 3. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. – С. 443–446.
6. Монахов, М.А. Исследование модели интенсивности отказов пружин скручивания / М.А. Монахов, В.М. Фокин, И.Л. Лушпа // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы шестнадцатого науч.-практ. семинара. – М.: Ин-т электроники и математики национального исследовательского ун-та «Высшая школа экономики», 2013. – С. 128–131.
7. Монахов, М.А. Исследование модели интенсивности отказов волнообразных кольцевых пружин / М.А. Монахов, В.М. Фокин, И.Л. Лушпа // Новые информационные технологии: тезисы XXI Междунар. студенческой школы-семинара – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. – С. 122–123.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗОТКАЗНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КЛАССА «РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

М. А. Монахов, В. В. Жаднов (научный руководитель)

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
101000, Москва, ул. Мясницкая, 20
E-mail: mamonakhov@edu.hse.ru*

Рассматривается вопрос оценки безотказности радиоэлектронной аппаратуры с учетом механических элементов класса «Резьбовые соединения» и описывается процесс создания базы данных для автоматизированного расчета надежности данного класса с использованием математической модели, приведенной в американском стандарте NSWC-2011.

Данное научное исследование (№ 14-05-0038) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014 г. В современной радиоэлектронной аппаратуре (РЭА), для сборки конструкции используют различные соединения: резьбовые, паяные, сварные,

клееные и другие. Основным преимуществом резьбовых соединений является то, что они съемные, то есть позволяют разбирать оборудование для проведения ремонта и технического обслуживания.

Надежность резьбовых соединений зависит от ряда факторов, таких как прочность материалов, усталостные характеристики, виды нагрузок и другие. В американском стандарте надежности механических элементов NSWC-2011 [1], приведена математическая модель интенсивности отказов для резьбовых соединений. Данная модель имеет вид:

$$\lambda_f = \lambda_{f,b} \cdot C_{SZ} \cdot C_L \cdot C_T \cdot C_I \cdot C_K, \quad (1)$$

где λ_f – эксплуатационная интенсивность отказов; C_{SZ} – поправочный коэффициент, учитывающий главный диаметр соединения; C_L – поправочный коэффициент, учитывающий вид нагрузки; C_T – поправочный коэффициент, учитывающий рабочую температуру; C_I – поправочный коэффициент, учитывающий влияние вибрационных воздействий; C_K – поправочный коэффициент, учитывающий технологические особенности соединения.

Более подробное описание математической модели приведено в [2]. Каждый поправочный коэффициент, в свою очередь, либо содержится в БД, либо рассчитывается по формуле, коэффициенты которой, либо содержатся в БД, либо вводятся пользователем, а в редких случаях имеют какую-либо свою формулу. Поэтому все данные, необходимые для расчета, делятся на 3 группы:

- группа e – коэффициенты, содержащиеся в БД;
- группа f – коэффициенты, рассчитываемые по формуле;
- группа i – коэффициенты, которые вводит пользователь [5].

Исходя из предложенной выше классификации, построено дерево всех коэффициентов данного класса (рис. 1).

На основе дерева коэффициентов, создаются таблицы класса. Модель БД в нотации теории множеств описана в [4]. Подробное описание общих таблиц БД приведено в [6, 7]. Для класса «Резьбовые соединения» к общим таблицам добавляются таблицы данного класса (рис. 2).

Данная модель позволяет наполнять БД типонаминами элементов, которые расположены в таблице REZBA_NSWC и, согласно классификации [2], в ней будут содержаться эмпирические коэффициенты и параметры ТУ на каждый конкретный элемент данного класса.

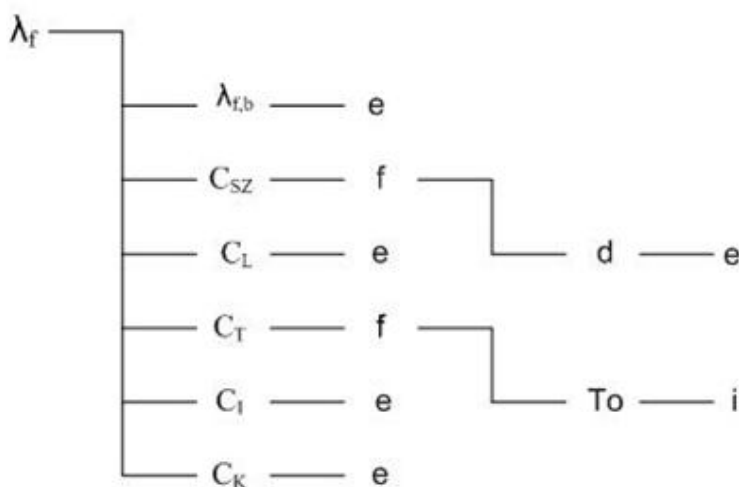


Рис. 1. Дерево коэффициентов класса «Резьбовые соединения»

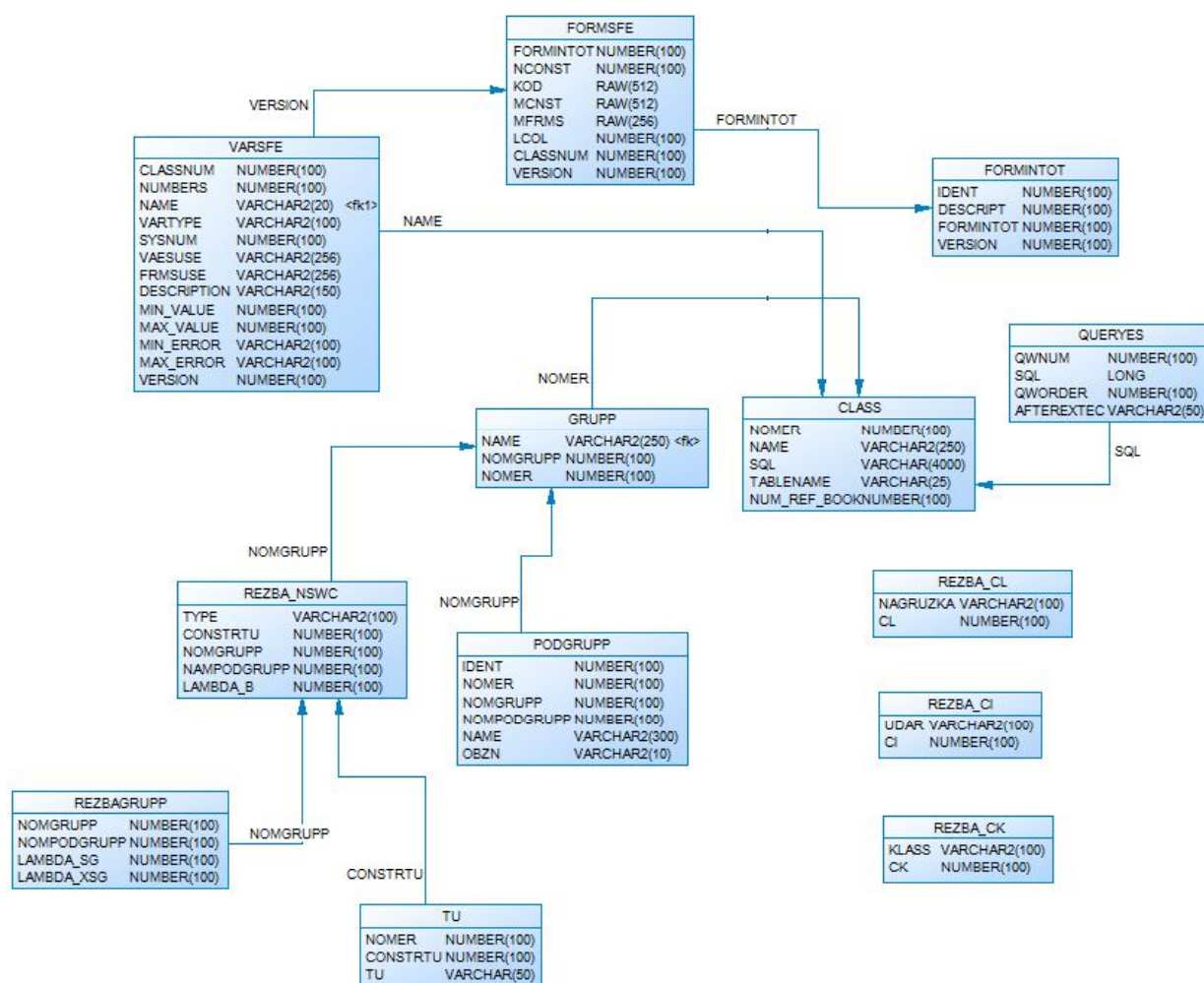


Рис. 2. Физическая модель БД с таблицами класса «Резьбовые соединения»

Такой подход при создании программного средства расчета безотказности механических элементов позволяет, в отличие от других программных средств, существенно упростить автоматизированный расчет, что снижает трудозатраты.

Список литературы

1. NSWC-2011/LE10. Handbook of reliability prediction procedures for mechanical equipment.
2. Монахов, М.А. Исследование характеристик надежности механических элементов класса «Резьбовые соединения» / М.А. Монахов, В.М. Фокин, И.Л. Лушпа // Системные проблемы надежности, качества, компьютерного моделирования, кибернетических, информационных и телекоммуникационных технологий в инновационных проектах (Инноватика-2013). – М.: Энергоатомиздат, 2013. – С. 101–103.
3. Монахов, М.А. Разработка базы данных по характеристикам надежности механических элементов / М.А. Монахов // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. V Всеросс. науч. Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всеросс. межвуз. науч. конф. Муром, 1 февр. 2013 г. – Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2013. – С. 187.
4. Монахов, М.А. Разработка модели информационно-справочной базы данных для оценки безотказности электронных средств с учетом механических элементов / М.А. Мо-

нахов // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ. Материалы конференции. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. – С. 68.

5. Монахов, М.А. Разработка базы данных программного комплекса АСОНИКА-К для расчета надежности радиоэлектронной аппаратуры с учетом механических элементов / М.А. Монахов // Науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ: тез. докл. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013 с.

6. Жаднов, В.В. Автоматизация проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры / В.В. Жаднов, Ю.Н. Кофанов, Н.В. Малютин, Е.П.Власов, И.В. Жаднов, С.П. Замараев, А.С. Измайлов, К.В. Марченков, С.Н. Полесский, С.А. Пращикин, В.В. Сотников. – М.: Радио и связь, 2003. – 156 с.

7. Жаднов, В.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. – 464 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ КОРНЕВОГО ПОДХОДА

О. Е. Васильев, С. В. Ефимов (научный руководитель)

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: CoreySF@mail.ru

Предложен подход к идентификации линейных динамических объектов управления по полученным данным переходных характеристик объекта. Представленный подход позволяет вычислять параметры (полюса и нули) передаточной функции объекта управления. Числовой пример показывает эффективность представленного подхода.

Задача идентификации объектов управления является актуальным вопросом в разработке автоматизированных систем. Зная математическую модель объекта, то есть его структуру и параметры, можно повысить эффективность управления им [1].

Постановка задачи. Пусть задан линейный динамический объект. Ставится задача по реакции объекта $y(t)$ на единичное ступенчатое воздействие $x(t)$ определить структуру и параметры передаточной функции (ПФ) объекта $W(s)$.

Существующие подходы. Существует множество различных методов и подходов к идентификации объектов. Самыми распространенными являются частотный метод, метод наименьших квадратов, идентификация с помощью переходной функции другие [2].

Не смотря на достаточно простую реализацию перечисленных выше методов, они обладают теми или иными недостатками:

- низкое качество (точность) идентификации;
- невозможность получения ПФ с нулями;
- непригодность при колебательных переходных процессах.

Предлагаемый подход. Выходной сигнал в области изображения имеет вид

$$Y(s) = \frac{W(s)}{s}. \quad (1.1)$$

Пусть объект описывается ПФ

$$W(s) = \frac{k(s - N_1)(s - N_2) \dots (s - N_m)}{(s - s_1)(s - s_2) \dots (s - s_n)}. \quad (1.2)$$

Тогда (1.1) с учетом (1.3)