

## СОЗДАНИЕ РАЗДЕЛА БАЗЫ ДАННЫХ КЛАССА «ПРУЖИНЫ» ДЛЯ СИСТЕМЫ АСОНИКА-К-СЧ

И. Л. Лушпа, В. В. Жаднов (научный руководитель)

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

Данная работа посвящена разработке и созданию раздела базы данных класса «Пружины» для системы АСОНИКА-К-СЧ. Рассматривается создание алгоритма, изучение и классификация входных данных, основные принципы работы с базами данных.

Данное научное исследование (№ проекта 14-05-0038) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014 г. В современной радиоэлектронике важное место занимает оценка надежности разрабатываемой и выпускаемой аппаратуры. Во время произведенный расчет и анализ результатов позволяют ещё на ранних этапах внести изменение в изделие, тем самым сократить время создания и сэкономить силы и средства.

Как показано в [1] на оценку надежности влияют не только электрорадиоизделия, но и механические элементы. «Ручной» расчет надежности представляет собой достаточно утомительный процесс, поэтому целесообразно создать программный модуль расчета, который будет выдавать результат интенсивности отказов, при этом пользователю придётся вводить «вручную» минимальное количество параметров, что будет связано с использованием универсальной базы данных.

На основе обзора современных программных комплексов [2] был сделан вывод о том, что слабыми местами зарубежных программных средств являются базы данных механических элементов, поэтому в качестве основы была выбрана российская программа АСОНИКА-К-СЧ, а в качестве методики расчета интенсивностей отказов взята методика, приведенная в стандарте NSWC [3].

В качестве СУБД в системе АСОНИКА-К используется Oracle. Рассмотрим создание раздела базы данных для механических элементов класса «Пружинь».

На первых этапах проектирование базы данных были рассмотрены и изучены математические модели интенсивностей отказов [4–7], на основе которых был сделан вывод о том, что параметры и коэффициенты этих моделей можно разделить на три группы:

- эмпирические коэффициенты;
- параметры технических условий;
- параметры, вводимые пользователем.

Из данной классификации, можно сделать вывод, что в базе будут храниться два типа параметров: эмпирические коэффициенты и параметры ТУ. Математическая модель данных, отвечающих этой классификации, имеет вид:

$$\begin{cases} C = [IN: NAME \neq \emptyset] \\ SQL = [C \cap NOMER: NOMER \neq \emptyset] \\ F1 = [C \cap B: SQL = Nomer \cup Name; Ident, Name \neq \emptyset] \\ F2 = B \cap V \cap E: Ident \neq \emptyset \\ R = F2 \cap Q: IN, SQL, C, F1, F2 \neq \emptyset \end{cases}$$

где IN – множество входных данных; C – множество значений таблицы CLASS; NAME – множество названий классов; NOMER – множество номеров классов; SQL – множество запросов в базу данных; B – множество значений таблицы FORMINTOT; F1 – множество математических моделей выбранного класса; F2 – множество математических моделей класса со всеми параметрами и коэффициентами; V – множество значений таблицы

VARSE; E – множество значений таблицы FORMSFE; Ident – множество идентификаторов формул; R – результат отображения данных.

База данных, используемая в системе АСОНИКА-К-СЧ, имеет иерархическую структуру, показанную на рис. 1.

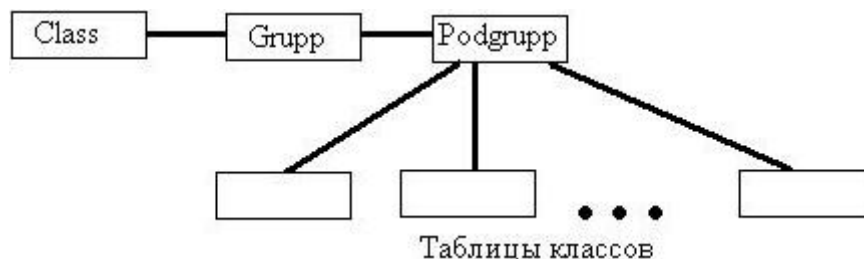


Рис. 1. Иерархия базы данных системы АСОНИКА-К-СЧ

На этой основе была построена логическая модель раздела базы данных для класса «Пружины», приведенная на рис. 2.

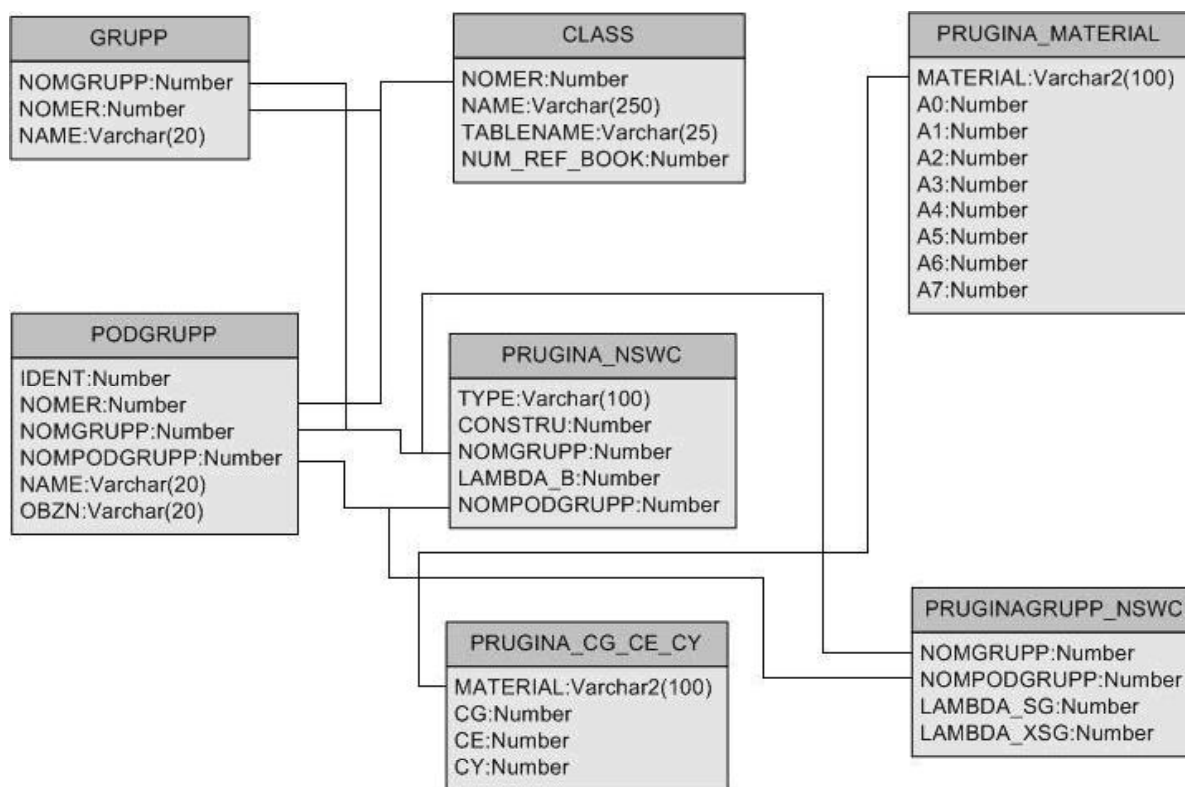


Рис. 2. Логическая модель данных для класса «Пружины»

На рис. 2 введены следующие обозначения: PRUGINA\_NSWC – главная таблица класса, в которой хранятся в основные данные; PRUGINA\_CG\_CE\_CY – вспомогательные таблицы, используемые для хранения поправочных коэффициентов; PRUGINA\_MATERIAL – главная таблица описания материалов, используемых для пружин, в которой хранятся коэффициенты аппроксимации температурной зависимости модуля упругости; PRUGINA\_GRUPP – вспомогательная таблица, в которой хранятся номера подгрупп класса.

На рис. 3 в качестве примера приведена таблица PRUGINA\_NSWC.

Name	Type	Nullable	Default	Comments
TYPE	VARCHAR2(100)	✓		
CONSTRTU	NUMBER	✓		
NOMGRUPP	NUMBER	✓		
NOMPODGRUPP	NUMBER	✓		
LAMBDA_B	NUMBER	✓		
T	NUMBER	✓		
DD	NUMBER	✓		
A0	NUMBER	✓		
A1	NUMBER	✓		
A2	NUMBER	✓		
A3	NUMBER	✓		
A4	NUMBER	✓		
A5	NUMBER	✓		
A6	NUMBER	✓		
A7	NUMBER	✓		
TS	NUMBER	✓		
CR	NUMBER	✓		
CM	NUMBER	✓		
*		✓		

Рис. 3. СУБД Oracle: Главная таблица класса «Пружины»

Особенностью раздела базы данных данного класса является таблица PRUGINA\_MATERIAL. На интенсивность отказов серьезно влияет ряд параметров, связанных с характеристиками материала, в частности с модулем упругости, который при изменении температуры меняет своё значение:

$$E_M(t) = A_7 \cdot t^7 + A_6 \cdot t^6 + A_5 \cdot t^5 + A_4 \cdot t^4 + A_3 \cdot t^3 + A_2 \cdot t^2 + A_1 \cdot t + A_0,$$

где  $t$  – рабочая температура;  $A_7, A_6, A_5, A_4, A_3, A_2, A_1, A_0$  – коэффициенты аппроксимации.

На рис. 4, в качестве примера, приведена зависимость модуля упругости стали марки СтЗсп5 от температуры.

Таблица PRUGINA\_MATERIAL показана на рис. 5.

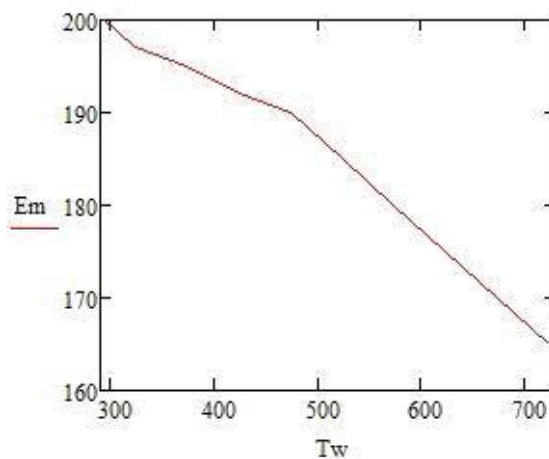


Рис. 4. График зависимости модуля упругости от рабочей температуры стали марки СтЗсп5

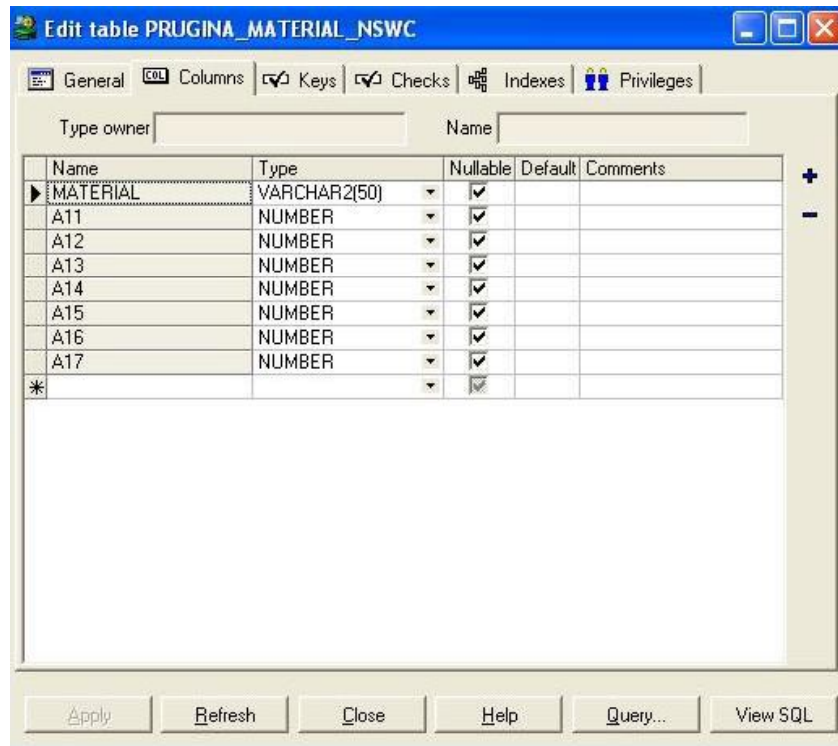


Рис. 5. СУБД Oracle: Главная таблица описания материалов класса «Пружины»

Так как в базе данных системы АСОНИКА-К-СЧ хранятся не только численные значения, но и математические модели интенсивностей отказов и их параметров, то для создания кодов этих формул используется программа Koder (см. рис. 6).

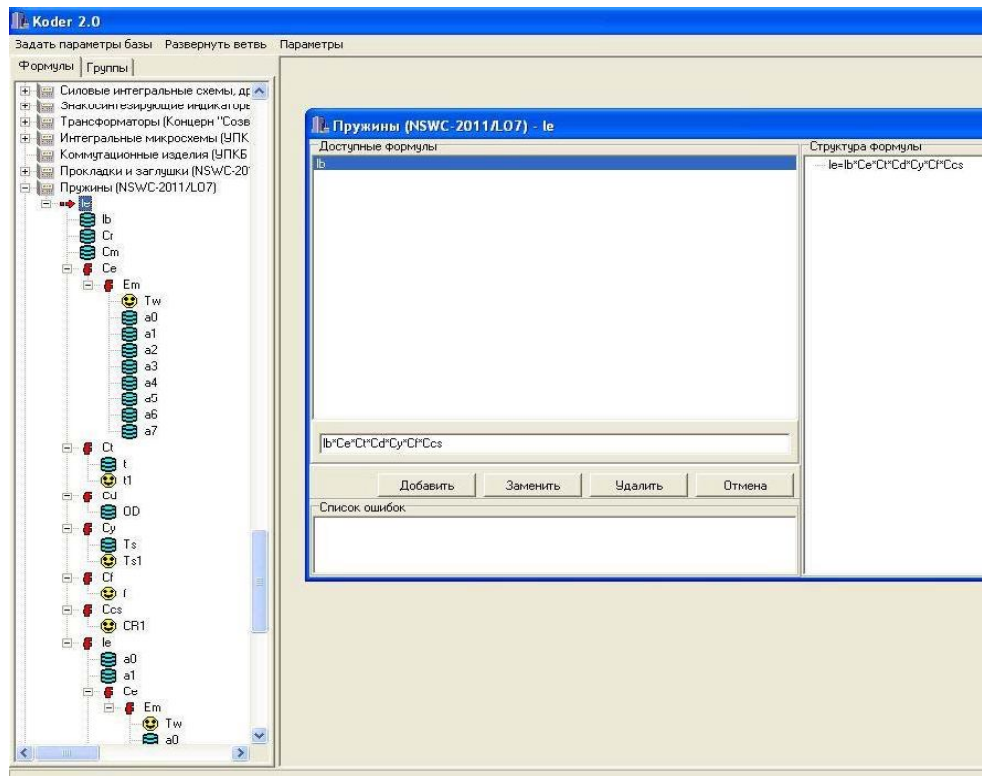


Рис. 6. Программа Koder: Интерфейс пользователя

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,