

5. M.H. Williams. *A flexible notation for syntactic Definitions*. - *ACM Transaction on Programming Languages and System* 4,1 (Jan, 1982), p. 113-179.

УДК 629.12:681.3

Ю.К.Захаров, А.А.Черников

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СКАЛЯРНЫХ
ФУНКЦИЙ МОДЕЛЕЙ ТЕРМОПЛАСТИЧНОСТИ НА ОСНОВЕ
АДЕКВАТНЫХ АППРОКСИМАЦИЙ ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

(г. Горький)

В рамках АСНИ "Прочность подсистемы "Материал", разрабатываемая в НИИ механики Горьковского госуниверситета им. Н.И.Лобачевского, является многоуровневой модульной системой, процесс функционирования которой разделен на ряд независимых этапов получения и преобразования информации. Раздел "Расчет параметров уравнений состояния" является одной из составных частей подсистемы "Материал".

Разработанный программный комплекс предназначен для вычисления следующих скалярных функций уравнений состояния деформируемых тел по результатам базовых экспериментов [1,2]:

$C_p(\alpha_p, T)$ - радиус поверхности текучести;
 $q_{\alpha}^p(\alpha_p, T)$ - деформационный модуль изотропного упрочнения;
 $q_T^p(\alpha_p, T)$ - температурный модуль изотропного упрочнения;
 $q_{\alpha}^p(\rho_{ii}, T)$ - модуль кинематического упрочнения, где α_p - параметр упрочнения; T - температура; ρ_{ii} - интенсивность тензора остаточных микронапряжений.

Программный комплекс выполнен на алгоритмическом языке ФОРТРАН применительно к ОС ЕС ЭВМ для работы в пакетном режиме. Отладка и эксплуатация комплекса проводилась в диалоговой системе PRIMUS (версия 2.5) применительно к ЭВМ ЕС-1045 (БК2П-45, MVT6, I). Потребный объем оперативной памяти 450 К. Число операторов 4000. Время расчета группы скалярных функций для одного материала составляет 1,5...2,5 мин.

Вычислению скалярных функций предшествует заполнение файла массивов исходной информацией, полученной в результате проведения

базовых экспериментов для различных материалов. Структура массива представлена на рис.1.

Имя массива (марка, материала)	KE	KT	RE(KE)	RT(KT)	σ'(KE*KT)	σ(KE*KT)
---	-----------	-----------	---------------	---------------	------------------------------------	-----------------------------------

Р и с. 1. Структура экспериментального файла массива

Имя массива содержит марку материала:

KE - размерность массива деформаций (KE=7);

KT - размерность массива температур (KT=5);

RE(KE) - массив деформаций (ϵ_p) (7 значений);

RT(KT) - массив температур (T) (5 значений);

σ' (KE*KT) - массив значений пределов текучести прямого нагружения (35 значений);

σ (KE*KT) - массив значений Баушингера (35 значений).

Таким образом каждый материал характеризуется массивом экспериментальных данных, состоящим из 84-х элементов. Подготовленный экспериментальный массив заносится в виде файла массивов. Создание и заполнение файла массивов осуществляется с помощью программных средств, представляемых ППП *SPEECH* (разработчик ВЦ НИИ механики ГТУ). Схема алгоритма заполнения файла массивов представлена на рис.2.

Структурная схема алгоритма программного комплекса представлена на рис.3 (лист 001-002). При задании марки материала из файла массивов (блок ЗА) выбирается соответствующий массив для обработки. Предусмотрена следующая последовательность вычисления скалярных функций:

$$f_{\epsilon}^p(\rho_{\mu}, T);$$

$$f_{\epsilon}^p(\epsilon_p, T);$$

$$G_p(\epsilon_p, T);$$

$$f_T^p(\epsilon_p, T).$$

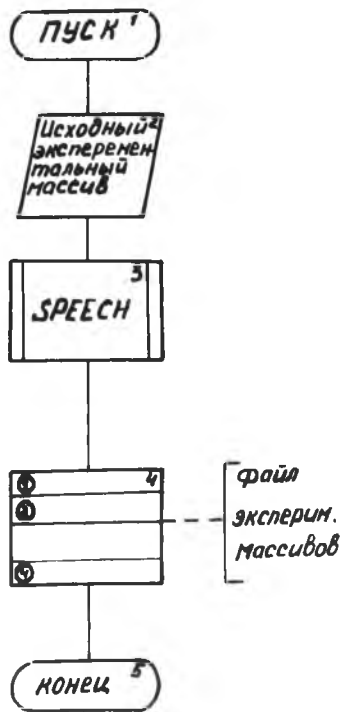
Поскольку выражения $q_{\alpha}^p, q_{\beta}^p$ представляют собой аппроксимации производных, то первоначально соответствующие отклики пересчитываются в виде значений частных производных по α_p или T (блок 4А). Из значений α_p и T путем автоматического последовательного назначения уровней (дискретных значений α_p и T) деформируется полный план (блок 9А). В соответствии с планом набираются реализации конкретного вида отклика (блок 10А). Полученные данные обрабатываются по схеме регрессионного анализа 3 (блоки 11А-13А) с вычислением коэффициентов модели и проверкой ее на адекватность при первоначальном задании коэффициента вариации ($\nu = 2\%$). Если при данной постановке задачи (выбранном плане) и начальном значении коэффициента вариации модель не адекватна, то постановка задачи меняется путем назначения других уровней, и процесс вычисления повторяется (блоки 8А-13А). Если при начальном коэффициенте вариации ($\nu = 2\%$) перебором уровней адекватную модель построить не представляется возможным, то коэффициент вариации увеличивается и процесс вычисления повторяется (блоки 8А-13А).

При получении адекватной аппроксимации вычисляются теоретические значения отклика с определенным шагом по α_p (блок 16А).

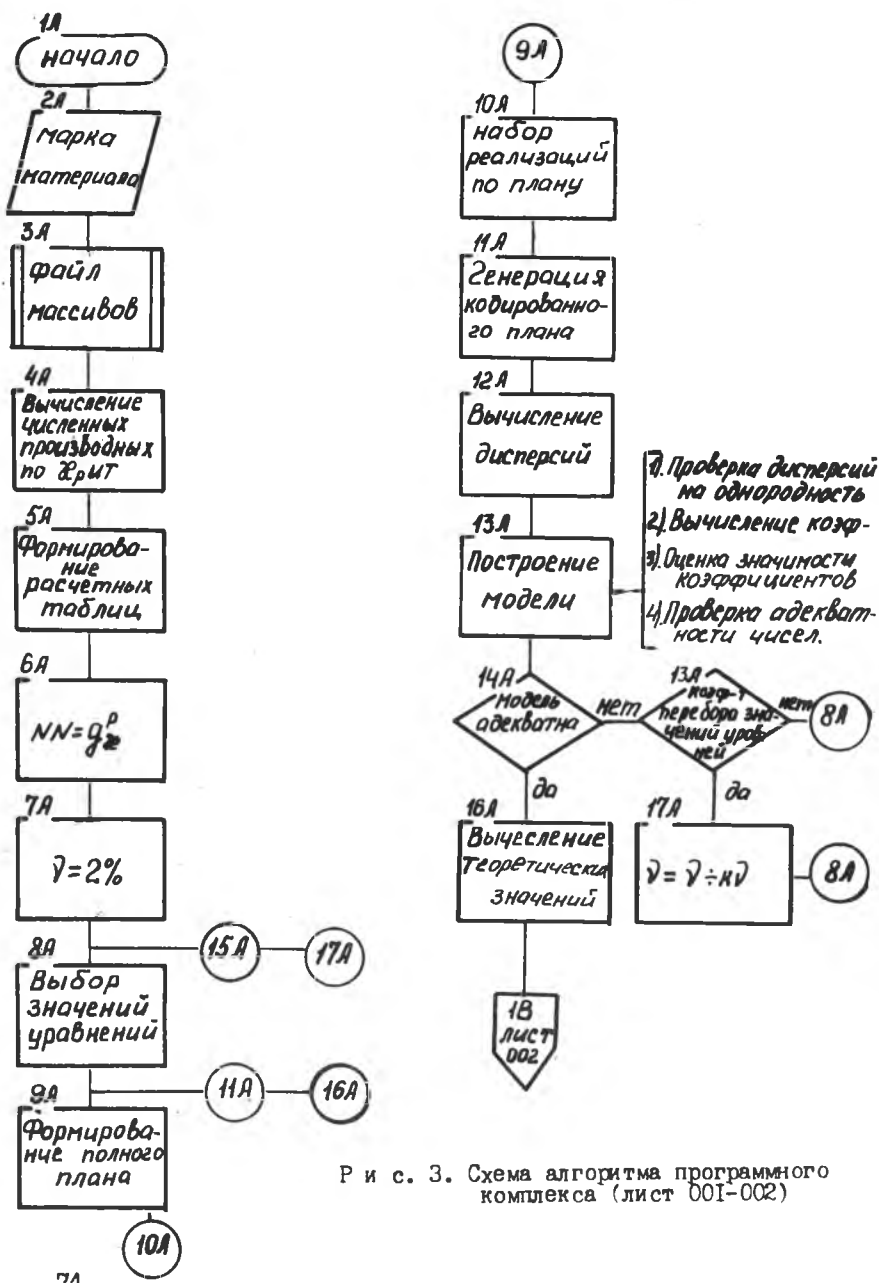
Значения скалярной функции $q_{\alpha}^p(\alpha_p, T)$ вычисляются в соответствии с [2] (блок 6В)

$$q_{\alpha}^p(\alpha_p, T) = E'(\alpha_p, T) - q_{\alpha}^p(\alpha_p, T),$$

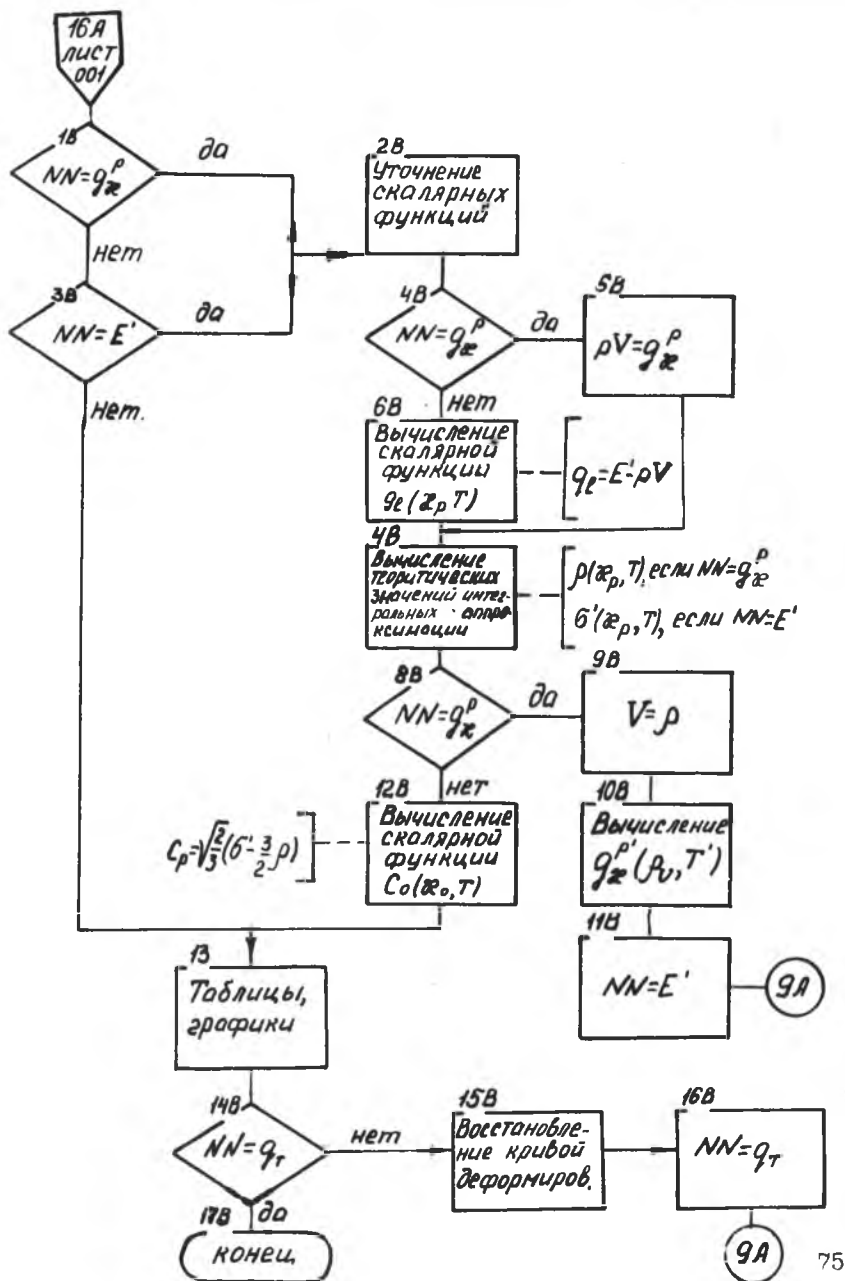
где значения E' и q_{α}^p вычисляются в блоке 16А и, в соответствии с условиями [1], уточняются (блок 2В). Значения скалярной функции $C_p(\alpha_p, T)$ вычисляются в соответствии с [4] из условия



Р и с. 2. Схема алгоритма заполнения файла массивов



Р и с. 3. Схема алгоритма программного комплекса (лист 001-002)



$$\sigma_p(\alpha_p, T) = \sqrt{\frac{2}{3}} [\sigma'(\alpha_p, T) - 3/2 \rho_u(\alpha_p, T)],$$

где значения σ' и ρ_u определяются из соответствующих интегральных аппроксимаций (блок 7В). Значения скалярной функции $q_{\alpha}^p(\rho_u, T)$ определяются в блоке 10В на основе уточненных значений $q_{\alpha}^p(\alpha_p, T)$ и $\rho_u(\alpha_p, T)$. Значения скалярной функции $q_T^p(\alpha_p, T)$ вычисляются в блоке 16А.

Каждая скалярная функция сопровождается аналитическим видом, таблицей значений и графической интерпретацией в символьном виде (блок 13В). Правильность и точность полученных скалярных функций оспаривается программой восстановления (блок 15В), где осуществляется восстановление процесса деформирования в заданном диапазоне по значениям вычисленных скалярных функций.

Разработанный программный комплекс был оттестирован на вычислении скалярных функций моделей термопластичности для стали 12Х18Н10Т.

В ы в о д ы. Созданный программный комплекс надежен в работе и удобен в эксплуатации. Для запуска в работу достаточно ввести марку материала для имеющихся в файле массивов. Все остальные вычисления производятся без участия пользователя. Символьная визуализация скалярных функций позволяет качественно оценить их характер и, при необходимости, уточнять исходные экспериментальные массивы. В настоящий момент программный комплекс используется для расчета и загрузки скалярных функций моделей термопластичности ряда конструкционных материалов в центральном банке данных (ЦБД) п/с "Материал" АСНИ "Прочность".

Б и б л и о г р а ф и ч е с к и й с п и с о к

1. Коротких Ю.Г. О моделях вязко-упруго-пластических сред и их реализации в статических и динамических задачах термопластичности // Прикладные проблемы прочности и пластичности: Всесоюз. межвуз. сб.; Горьк. ун-т, Горький, 1975. Вып. I. С.42-57.

2. Крамарев Л.Н. Проведение базовых экспериментов для определения скалярных функций уравнений состояния // Методы решения задач упругости и пластичности: Межвуз. сб.; Горьк. ун-т. Горький, 1973. Вып. 7. С.166-171.

3. Адлер Д.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.-М.:Наука, 1976.

4. Коротких Ю.Г. Математическая модель термопластичности при больших упругопластических деформациях//Методы решения задач упругости и пластичности: Межвуз. сб.; Горьк. ун-т. Горький, 1973. Вып.7. С.17-27.

УДК 681.3.06

В.В.Сидельников, А.В.Соницев, В.Л.Хомченко

ФОРМАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПОЛНЕНИЯ
ДИАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ППП

(г. Ленинград)

Использование ЭВМ в любом виде человеческой деятельности, включая научные исследования, предполагает наличие некоторого формального способа описания решаемых задач, для которого существует "эвристически эффективная стратегия" [4] преобразования его в программное обеспечение (Про), как некоторую специфическую форму выражения совокупного знания о решаемой задаче, "эпистемологически адекватную" (там же) данному описанию. Таким образом, при решении задач с использованием средств вычислительной техники имеет место двухуровневая организация их представления: на верхнем - формальное описание решаемой задачи; на нижнем - Про, реализующее автоматическое решение данной задачи.

Предлагается формализованное описание исследовательских задач, ориентированное на использование ЭВМ в процессе поиска их решения. В основу описания Про положен модульный принцип его построения.

Язык описания исследовательских задач. Для описания задач исследования предлагается использовать следующие синтаксические конструкции.

Если для решения задачи A необходимо решить в заданной последовательности задачи B , C и т.д., то задача A описывается в виде $A: B, C \{, D\}$

Здесь и далее употребление метаскобок $\{$ и $\}$ соответствует повторению конструкции. Если, например, для решения некоторой задачи S