



УДК 004.62

DOI: 10.18577/2307-6046-2015-0-5-1-1

**РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИН-
ФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО СВОЙСТВАМ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ
РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ
НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.В. Вершков

кандидат технических наук

О.Г. Оспенникова

кандидат технических наук

С.В. Неруш

Май 2015

Всероссийский институт авиационных материалов (ФГУП «ВИАМ» ГНЦ) – крупнейшее российское государственное материаловедческое предприятие, на протяжении 80 лет разрабатывающее и производящее материалы, определяющие облик современной авиационно-космической техники. 1700 сотрудников ВИАМ трудятся в более чем тридцати научно-исследовательских лабораториях, отделах, производственных цехах и испытательном центре, а также в четырех филиалах института. ВИАМ выполняет заказы на разработку и поставку металлических и неметаллических материалов, покрытий, технологических процессов и оборудования, методов защиты от коррозии, а также средств контроля исходных продуктов, полуфабрикатов и изделий на их основе. Работы ведутся как по государственным программам РФ, так и по заказам ведущих предприятий авиационно-космического комплекса России и мира.

В 1994 г. ВИАМ присвоен статус Государственного научного центра РФ, многократно затем им подтвержденный.

За разработку и создание материалов для авиационно-космической и других видов специальной техники 233 сотрудникам ВИАМ присуждены звания лауреатов различных государственных премий. Изобретения ВИАМ отмечены наградами на выставках и международных салонах в Женеве и Брюсселе. ВИАМ награжден 4 золотыми, 9 серебряными и 3 бронзовыми медалями, получено 15 дипломов.

Возглавляет институт лауреат государственных премий СССР и РФ, академик РАН, профессор Е.Н. Каблов.

УДК 004.62

DOI: 10.18577/2307-6046-2015-0-5-1-1

А.В. Вершков¹, О.Г. Оспенникова¹, С.В. Неруш¹

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО СВОЙСТВАМ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сформулирована концепция предлагаемой к разработке интегрированной информационной системы, предназначенной для информационного обеспечения научно-исследовательских работ в области разработки авиационных материалов. Определены основные задачи данной информационной системы и основные критерии ее построения и разработки.

Ключевые слова: *авиационные материалы, информационная система, автоматизация научных исследований, фазовая диаграмма, термодинамические равновесия, математическая модель.*

A.V. Vershkov, O.G. Ospennikova, S.V. Nerush

DEVELOPING THE CONCEPT OF THE INTEGRATED INFORMATION SYSTEM ON THE PROPERTIES OF AIRCRAFT MATERIALS WITH THE ABILITY TO CALCULATING THE CHARACTERISTICS OF NEW MATERIALS BEING DEVELOPED

A concept of an integrated information system proposed for development to provide dataware for researches in the field of aviation materials is formulated. The main task of the information system and the basic criteria for its internal structure and development are defined.

Keywords: *aircraft materials, information system, automation of scientific researches, phase diagram, thermodynamic equilibrium, mathematical model.*

¹Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр Российской Федерации [Federal state unitary enterprise «All-Russian scientific research institute of aviation materials» State research center of the Russian Federation] E-mail: admin@viam.ru

Введение

Для успешного развития экономики необходимо повышение эффективности производства, а также конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках, основанное на модернизации промышленной сферы. Немаловажную роль в этом играет разработка и внедрение новых материалов с принципиально улучшенным комплексом свойств в ведущих отраслях промышленности. Многолетняя практика показывает, что более 80% инновационных разработок базируется на внедрении новых материалов и технологий их производства [1, 2]. Для этого необходимо повышение значения науки в производстве, основанное на ускорении научных исследований и опытно-конструкторских работ, а также повышении их эффективности. Это в свою

очередь требует облегчения доступа к необходимой информации, автоматизации научных исследований и опытно-конструкторских работ, увеличения доли расчетно-аналитических методов в НИОКР. Решение этих задач возможно только при широком использовании информационных технологий. Информатизация НИОКР снизит затраты на НИР и уменьшит сроки создания новых материалов с заданными свойствами, ускорит поиск и выбор материалов, необходимых для разработки новых образцов техники в авиационной, энергетической, машиностроительной и других отраслях промышленности.

Обсуждение концепции

В настоящее время в ВИАМ накоплено достаточно большое количество данных по свойствам авиационных материалов собственной разработки [3–6]. Также специалистами ВИАМ проведен ряд исследований по изучению зависимостей «состав–свойства» [7] и установлению взаимосвязи между структурой материала и его свойствами [8, 9]. Кроме того, аналогичные данные накоплены и в других организациях, занимающихся проблемами разработки новых материалов [10]. В качестве примера можно привести базы данных по материаловедческим и физико-химическим характеристикам – Springer Materials, ASM Handbooks, Mat Web, MMPDS, БД ИМЕТ РАН им. А.А. Байкова. К сожалению, эти данные носят разрозненный характер и зачастую не хранятся в электронном виде. Для повышения эффективности использования этих данных необходимо провести их сбор, систематизацию и формализацию в единой информационной системе, обеспечивающей «прозрачный» доступ исследователей к этим данным, а также предусмотреть механизм их обработки, позволяющий прогнозировать свойства новых материалов.

Похожая задача сформулирована в работе [11], но она описывает разработку интеллектуальной информационной системы, предназначенной для доступа к разнородным базам данных библиографической и фактографической информации.

К сожалению, для решения сформулированных выше задач этого недостаточно. Требуется также возможность теоретического расчета и прогнозирования свойств новых материалов на основе использования накопленных данных для создания математических моделей, необходимых для выполнения прогнозов. Задачи построения математических моделей частично можно решить с помощью таких программных продуктов, как FactSage, MTDATA, PANDAT, Thermo-Calc, NUCLEA/GEMINI и других. Однако эти продукты предназначены для расчета термодинамических равновесий, фазовых диаграмм многокомпонентных систем, а этих данных недостаточно для построения ма-

тематических моделей «состав–свойство». Кроме того, эти программные продукты имеют различные форматы выходных данных, что требует решения задачи приведения их к единому виду.

Анализ опубликованной научно-технической информации позволяет сделать вывод, что в настоящее время основные усилия по разработке и внедрению направлены на следующие классы информационных систем:

1. Системы, предназначенные для моделирования бизнес-процессов, оказания помощи при принятии управленческих решений и управлении предприятиями, – это, пожалуй, наиболее многочисленный класс.

2. Системы, предназначенные для управления технологическими процессами и их оптимизации, – наиболее традиционный класс.

3. Системы, предназначенные для поиска библиографической и фактографической информации, – передовые методы в постоянно расширяющемся информационном пространстве.

Упомянутые в литературе информационные системы поддержки научных исследований сводятся либо к управлению параметрами эксперимента (экспериментальной установкой), либо к автоматизации сбора экспериментальных данных, либо к поиску информации по различным источникам. Первые два направления являются специализированными АСУТП, а последнее – вариантом информационно-поисковых систем, для которых поле поиска ограничено предметной областью конкретного научного направления [12].

Опубликованных сведений об информационных системах, ориентированных на прогнозирование свойств новых материалов и их структуры, практически нет. Это не означает, что такие системы не существуют, так как имеется довольно большое количество научных работ, посвященных разработке различных методов расчета физико-химических свойств сложных систем, их структуры, фазовых равновесий в многокомпонентных системах и тому подобного [13–15]. Вероятнее всего на основе таких работ различными компаниями разрабатываются внутренние специфически ориентированные информационные системы, входящие в пакеты ноу-хау этих компаний.

С учетом из вышеизложенного, концепцией разрабатываемой интегрированной информационной системы (ИИС) является создание системы, предназначенной для:

- сбора, первичной обработки, формализации и хранения исходных данных;
- формализации и хранения экспериментальных значений характеристик материала, влияющих на его эксплуатационные свойства;

– расчета промежуточных данных, основанных на математических моделях процессов, происходящих в многокомпонентных гетерогенных системах;

– построения математических моделей «состав–свойство» для прогнозирования характеристик, влияющих на эксплуатационные свойства материала;

– проверки соответствия разработанных математических моделей вновь полученным конечным характеристикам, корректировки существующих моделей или разработки новых для других диапазонов исходных данных.

Кроме основной задачи – обеспечения научных исследований по разработке новых материалов, ИИС должна являться справочником конечных характеристик существующих и вновь разработанных материалов для удовлетворения потребностей в информации организаций, занимающихся проектно-конструкторской деятельностью в различных отраслях промышленности.

Такая интегрированная информационная система (накопление, хранение+расчеты) позволит уменьшить расходы на поиск и создание материалов, обладающих необходимыми свойствами для применения в различных отраслях техники.

Кроме определения основных задач, для решения которых предназначена предлагаемая ИИС, необходимо определить основные критерии ее построения. Исходя из анализа работ, посвященных разработке информационных систем [16–18], в концепцию ИИС включены следующие критерии:

- системный подход;
- иерархическое построение;
- модульность;
- технологическая поэтапность;
- возможность адаптации и модификации.

Системный подход обеспечивает организацию эффективного взаимодействия множества элементов ИИС.

Иерархическое построение ограничивает связи между элементами, упрощая и ускоряя процесс разработки и улучшая технологические параметры (расширяемость, модифицируемость и т. п.).

Модульность на основе требования структурной замкнутости, монолитности и функциональной определенности элемента позволяет проектировать и разрабатывать любой компонент независимо от других, что дает преимущества в развитии системы, гибкости и совместимости с другими системами, легкости и простоте обслуживания. Модульное строение также подразумевает наличие стандартных интерфейсов взаимо-

действия модулей информационной системы между собой и с компонентами системы ввода/вывода.

Технологическая поэтапность разработки и возможность адаптации/модификации ИИС при изменении внешних требований напрямую связаны с ее модульным строением. Также из модульности вытекают возможности масштабирования системы и расширения области ее использования.

Наличие стандартных интерфейсов межмодульного взаимодействия позволяет организовать вывод и ввод данных в/из любых файлов, описанных в открытых стандартах, соответствующих ГОСТ Р ИСО/МЭК 26300–2010 [19].

Выводы

В конечном итоге, концепция интегрированной информационной системы по свойствам авиационных материалов с возможностью расчета характеристик новых разрабатываемых образцов включает в себя задачи, для решения которых разрабатывается ИИС (сбор, первичная обработка, формализация, хранение и использование исходных и конечных экспериментальных данных; построение и использование математических моделей для прогнозирования конечных характеристик новых авиационных материалов; проверки соответствия и корректировки этих моделей), основные принципы ее построения (системный подход, иерархическая структура, модульность, поэтапность разработки, возможность адаптации и модификации) и описание стандартов данных, соответствующих ГОСТ Р ИСО/МЭК 26300–2010 и предназначенных для обмена с информационными системами сторонних организаций – например, в рамках центров компетенции и трансфера технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года //Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 7–17.
2. Каблов Е.Н. Современные материалы – основа инновационной модернизации России //Металлы Евразии. 2012. №3. С. 10–15.
3. Каблов Е.Н., Петрушин Н.В., Светлов И.Л., Демонис И.М. Никелевые литейные жаропрочные сплавы нового поколения //Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 36–52.
4. Каблов Е.Н., Сидоров В.В., Каблов Д.Е., Ригин В.Е., Горюнов А.В. Современные технологии получения прутковых заготовок из литейных жаропрочных сплавов нового поколения //Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 97–105.

5. Каблов Е.Н., Ломберг Б.С., Оспенникова О.Г. Создание современных жаропрочных материалов и технологий их производства для авиационного двигателестроения //Крылья Родины. 2012. №3–4. С. 34–38.
6. Тонышева О.А., Вознесенская Н.М., Елисеев Э.А., Шалькевич А.Б. Новая высокопрочная экономнолегированная азотсодержащая сталь повышенной надежности //Авиационные материалы и технологии. 2012. №5. С. 84–88.
7. Летников М.Н., Ломберг Б.С., Овсепян С.В. Исследование композиций системы Ni–Al–Co при разработке нового жаропрочного деформируемого интерметаллидного сплава //Труды ВИАМ. 2013. №10. Ст. 01 (viam-works.ru).
8. Аргинбаева Э.Г., Базылева О.А. Исследование структуры и физико-механических свойств интерметаллидных никелевых сплавов //Авиационные материалы и технологии. 2013. №4. С. 14–19.
9. Ломберг Б.С., Бакрадзе М.М., Чабина Е.Б., Филонова Е.В. Взаимосвязь структуры и свойств высокожаропрочных никелевых сплавов для дисков газотурбинных двигателей //Авиационные материалы и технологии. 2011. №2. С. 25–30.
10. Бурцев В.Т., Анучкин С.Н., Сидоров В.В., Ригин В.Е. Исследование дефосфорации сложнолегированных расплавов никеля в условиях вакуумной индукционной плавки. I. Термодинамика процесса дефосфорации //Металлы. 2013. №2. С. 19–23.
11. Любушко Е.Э. Разработка и использование интеллектуальных информационных систем и технологий генерации и анализа знаний для поддержки фундаментальных и прикладных научных исследований в области катализа и химической технологии //Образовательные технологии и общество. 2006. Т. 9. №3. С. 346–355.
12. Никольская И.Ю. Интегральная система информационного обеспечения научных исследований в области математических наук: концепция создания и перспективы развития: Автореф. дис. д.т.н. М. 2008. 42 с.
13. Воробьева В.П. Фазовые диаграммы состояния трех- и четырехкомпонентных систем: от топологии к компьютерным моделям: Автореф. дис. д.ф.-м.н. Тюмень. 2012. 36 с.
14. Гермашев И.В. Анализ и синтез химических структур и органических веществ на основе теории нечетких множеств: Автореф. дис. д.т.н. Иваново. 2010. 33 с.
15. Кузьменко В.В. Согласование термодинамических свойств и расчет некоторых фазовых равновесий в системе иттрий–барий–медь–кислород: дис. к.х.н. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова. 2001. 22 с.
16. Маглинец Ю.А. Анализ требований к автоматизированным информационным системам. М.: Бинوم. 2008. 199 с.
17. Добрянский В.М., Самойлов В.Н., Чекер А.В. Принципы функционирования и технология создания автоматизированной информационной системы для моделирования сложных процессов. Дубна: ОИЯИ. 2000. 37 с.

18. Фуфаев Д.Э., Фуфаев Э.В. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем. М.: Академия. 2010. 301 с.
19. ГОСТ Р ИСО/МЭК 26300–2010. Информационная технология. Формат Open Document для офисных приложений (Open Document) v.1.0.

REFERENCES LIST

1. Kablov E.N. Strategicheskie napravlenija razvitija materialov i tehnologij ih pererabotki na period do 2030 goda [The strategic directions of development of materials and technologies of their processing for the period till 2030] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №S. S. 7–17.
2. Kablov E.N. Sovremennye materialy – osnova innovacionnoj modernizacii Rossii [Modern materials – basis of innovative modernization of Russia] //Metally Evrazii. 2012. №3. S. 10–15.
3. Kablov E.N., Petrushin N.V., Svetlov I.L., Demonis I.M. Nikelevye litejnye zharoprochnye splavy novogo pokolenija [Nickel foundry hot strength alloys of new generation] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №S. S. 36–52.
4. Kablov E.N., Sidorov V.V., Kablov D.E., Rigin V.E., Gorjunov A.V. Sovremennye tehnologii poluchenija prutkovyh zagotovok iz litejnyh zharoprochnyh splavov novogo pokolenija [Modern technologies of receiving bar preparations from foundry hot strength alloys of new generation] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №S. S. 97–105.
5. Kablov E.N., Lomberg B.S., Ospennikova O.G. Sozdanie sovremennyh zharoprochnyh materialov i tehnologij ih proizvodstva dlja aviacionnogo dvigatelestroenija [Creation of modern heat resisting materials and technologies of their production for aviation engine building] //Kryl'ja Rodiny. 2012. №3–4. S. 34–38.
6. Tonysheva O.A., Voznesenskaja N.M., Eliseev Je.A., Shal'kevich A.B. Novaja vysokoprochnaja jekonomnolegirovannaja azotsoderzhashhaja stal' povyshennoj nadezhnosti [New high-strength ekonomnolegirovanny azotsoderzhashchy steel of increased reliability] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №S. S. 84–88.
7. Letnikov M.N., Lomberg B.S., Ovsejpan S.V. Issledovanie kompozicij sistemy Ni–Al–Co pri razrabotke novogo zharoprochnogo deformiruемого intermetallidnogo splava [Research of compositions of Ni-Al-Co system when developing new heat resisting deformable intermetallidny alloy] //Trudy VIAM. 2013. №10. St. 01 (viam-works.ru).
8. Arginbaeva Je.G., Bazyleva O.A. Issledovanie struktury i fiziko-mehaničeskikh svojstv intermetallidnyh nikelovyh splavov [Research of structure and physicommechanical properties of intermetallidny nickel alloys] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2013. №4. S. 14–19.
9. Lomberg B.S., Bakradze M.M., Chabina E.B., Filonova E.V. Vzaimosvjaz' struktury i svojstv vysokozharoprochnyh nikelovyh splavov dlja diskov gazoturbinyh dvigatelej [Interrelation of structure and properties of high-heat resisting nickel alloys for disks of gas turbine engines] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2011. №2. S. 25–30.

10. Burcev V.T., Anuchkin S.N., Sidorov V.V., Rigin V.E. Issledovanie defosforacii slozhnolegirovannyh rasplavov nikelja v uslovijah vakuumnoj indukcionnoj plavki. I. Termodinamika processa defosforacii [Research of dephosphorization complex-alloyed rasplavov nickel in the conditions of vacuum induction melting. I. Thermodynamics of process of dephosphorization] //Metally. 2013. №2. S. 19–23.
11. Ljubushko E.Je. Razrabotka i ispol'zovanie intellektual'nyh informacionnyh sistem i tehnologij generacii i analiza znaniy dlja podderzhki fundamental'nyh i prikladnyh nauchnyh issledovanij v oblasti kataliza i himicheskoj tehnologii [Development and use of intellectual information systems and technologies of generation and the analysis of knowledge for support of basic and applied scientific researches in the field of catalysis and chemical technology] //Obrazovatel'nye tehnologii i obshhestvo. 2006. T. 9. №3. S. 346–355.
12. Nikol'skaja I.Ju. Integral'naja sistema informacionnogo obespechenija nauchnyh issledovanij v oblasti matematicheskikh nauk: koncepcija sozdanija i perspektivy razvitija [Integral system of information support of scientific researches in the field of mathematical sciences: concept of creation and development perspective]: Avtoref. dis. d.t.n. M. 2008. 42 s.
13. Vorob'jova V.P. Fazovye diagrammy sostojanija treh- i chetyrehkomponentnyh sistem: ot topologii k komp'yuternym modeljam [Phase charts of condition of three - and four-component systems: from topology to computer models]: Avtoref. dis. d.f.-m.n. Tjumen'. 2012. 36 s.
14. Germashev I.V. Analiz i sintez himicheskikh struktur i organicheskikh veshhestv na osnove teorii nechetkikh mnozhestv [The analysis and synthesis of chemical structures and organic substances on the basis of the theory of indistinct sets]: Avtoref. dis. d.t.n. Ivanovo. 2010. 33 s.
15. Kuz'menko V.V. Soglasovanie termodinamicheskikh svojstv i raschet nekotoryh fazovyh ravnovesij v sisteme ittrij–barij–med'–kislород [Approval of thermodynamic properties and calculation of some phase ravnovesiya in system yttrium-barium-copper-oxygen]: dis. k.h.n. M.: MGU im. M.V. Lomonosova. 2001. 22 s.
16. Maglinec Ju.A. Analiz trebovanij k avtomatizirovannym informacionnym sistemam [The analysis of requirements to the automated information systems]. M.: Binom. 2008. 199 s.
17. Dobrjanskij V.M., Samojlov V.N., Cheker A.V. Principy funkcionirovanija i tehnologija sozdanija avtomatizirovannoj informacionnoj sistemy dlja modelirovanija slozhnyh processov [Principles of functioning and technology of creation of the automated information system for modeling of difficult processes]. Dubna: OIJaI. 2000. 37 s.
18. Fufaev D.Je., Fufaev Je.V. Razrabotka i jekspluatacija avtomatizirovannyh informacionnyh sistem [Development and operation of the automated information systems]. M.: Akademija. 2010. 301 s.
19. GOST R ISO/MJeK 26300–2010. Informacionnaja tehnologija [Information technology]. Format Open Document dlja ofisnyh prilozhenij (Open Document) v.1.0.