

УДК 004.652.8:004.02
doi:10.21685/2072-3059-2021-4-2

Интеграция статических структур на этапе концептуального моделирования

О. В. Новоселова¹, А. С. Сидоров²

^{1,2}Московский государственный технологический
университет «СТАНКИН», Москва, Россия

¹ovnovoselova@yandex.ru, ²a.sidorov@stankin.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Затрагиваются проблемы, связанные с разработкой сложных автоматизированных систем. Целью работы является разработка метода интеграции диаграмм концептуальных структур на этапе проектирования автоматизированной системы, предназначенной для решения проектных расчетных задач, по методологии автоматизации интеллектуального труда. *Материалы и методы.* Для выполнения поставленной цели были использованы материалы, описывающие методологию автоматизации интеллектуального труда, а также основные методы разработки автоматизированных систем, в том числе метод концептуального моделирования. *Результаты.* Разработан метод интеграции описаний концептуальных структур в виде диаграмм, формируемых при автоматизации проектных расчетных задач по методологии автоматизации интеллектуального труда. *Выводы.* Интеграция графических описаний концептуальных структур (диаграмм) позволяет сформировать единое представление статической составляющей для комплекса предметных задач на этапе проектирования автоматизированных систем, что способствует устранению избыточности и дублирования элементов при развитии (расширении) системы. Также следует отметить значимость формируемого концептуального представления, правильность которого определяет в дальнейшем корректность интерпретации описаний проекта автоматизированной системы.

Ключевые слова: автоматизация интеллектуального труда, методология, концептуальная структура, модельное представление, интеграция

Для цитирования: Новоселова О. В., Сидоров А. С. Интеграция статических структур на этапе концептуального моделирования // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2021. № 4. С. 26–33. doi:10.21685/2072-3059-2021-4-2

The integration of static structures at the stage of conceptual modeling

O.V. Novoselova¹, A.S. Sidorov²

^{1,2}Moscow State University of Technology “STANKIN”, Moscow, Russia

¹ovnovoselova@yandex.ru, ²a.sidorov@stankin.ru

Abstract. *Background.* The work affects the problems associated with the development of complex automated systems. The purpose of the work is to develop a method for integrating diagrams of conceptual structures at the design stage of an automated system designed to solve computational problems, according to the methodology for automation intellectual work. *Materials and methods.* Materials that describe the methodology for automating intellectual labor, as well as the main methods for developing automated systems, including the method of conceptual modeling were used. *Results.* A method has been developed for

integrating descriptions of conceptual structures in the form of diagrams formed during the automation of design computational tasks according to the methodology for automation intellectual labor. *Conclusions.* Integration of graphic descriptions of conceptual structures (diagrams) allows you to form a unified representation of the static component for a complex of subject tasks at the design stage of automated systems, which helps to eliminate redundancy and duplication of elements when expanding the system. It should also be noted the importance of the formed conceptual representation, the correctness of which determines in the future the correct interpretation of descriptions of the automated system design.

Keywords: automation of intellectual work, methodology, conceptual structure, integration, model representation

For citation: Novoselova O.V., Sidorov A.S. Integration of static structures at the stage of conceptual modeling. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Tekhnicheskies nauki = University proceedings. Volga region. Engineering sciences.* 2021;(4):26–33. (In Russ.). doi:10.21685/2072-3059-2021-4-2

Введение

Автоматизация расчетных конструкторско-технологических задач (далее проектных задач) при проектировании объектов машиностроения предполагает применение способов моделирования, которые позволяют описать многоуровневую структуру информации и сложные алгоритмы.

Одним из них является методология автоматизации интеллектуального труда (МАИТ). Методология основывается на подходах: когнитивном, семиотическом, развитии семиотического. МАИТ предлагает методы описания информации со сложной структурой и четко организованных алгоритмов в рамках промышленной технологии разработки автоматизированных систем [1].

Создание автоматизированных систем (АС) в соответствии с МАИТ включает следующие этапы: начальное моделирование, концептуальное, инфологическое и даталогическое (рис. 1).

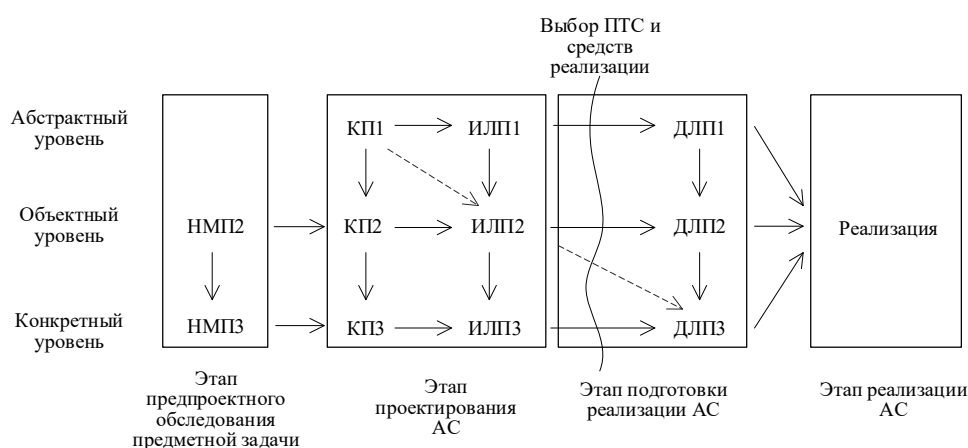


Рис. 1. Модельные представления на этапах разработки АС по МАИТ (НМП – начальное, КП – концептуальное, ИЛП – инфологическое, ДЛП – даталогическое)

Модели обладают двумя представлениями: универсальным и представлением предметных задач. Набор модельных представлений на каждом этапе

моделирования с учетом уровня их формирования (абстрактный, объектный, конкретный) приведены в [2].

Каждое модельное представление отражает определенное описание предметной задачи в процессе ее автоматизации – от процесса решения задачи специалистом до структуры организации информации и алгоритма в вычислительной среде с учетом ограничений выбранной программно-технической среды. Описание содержания моделей приведено в [1, 3–5].

При этом описание модельных представлений на различных этапах включает структуру действий при решении задачи, структуру информации/данных, взаимосвязи этих структур. Формирование модельных представлений выполняется на основе методик начального, концептуального и инфологического моделирования, обеспечивающих фиксацию результатов в виде спецификаций и диаграмм для каждой структуры. Методика формирования концептуальных модельных представлений приведена в [5, с. 59–81].

1. Интеграция описаний составляющих модельных представлений

В настоящее время автоматизируемые задачи усложнились, а также изменился подход к разработке автоматизированных систем – продукт реализуется частями, каждая из которых является готовым решением. Поэтому при создании единого модельного представления на комплекс предметных задач сначала необходимо построить отдельное представление на каждую подзадачу и на комплекс в целом (для определения последовательности выполнения подзадач). В дальнейшем описания предметных подзадач необходимо интегрировать в описание комплекса (рис. 2).

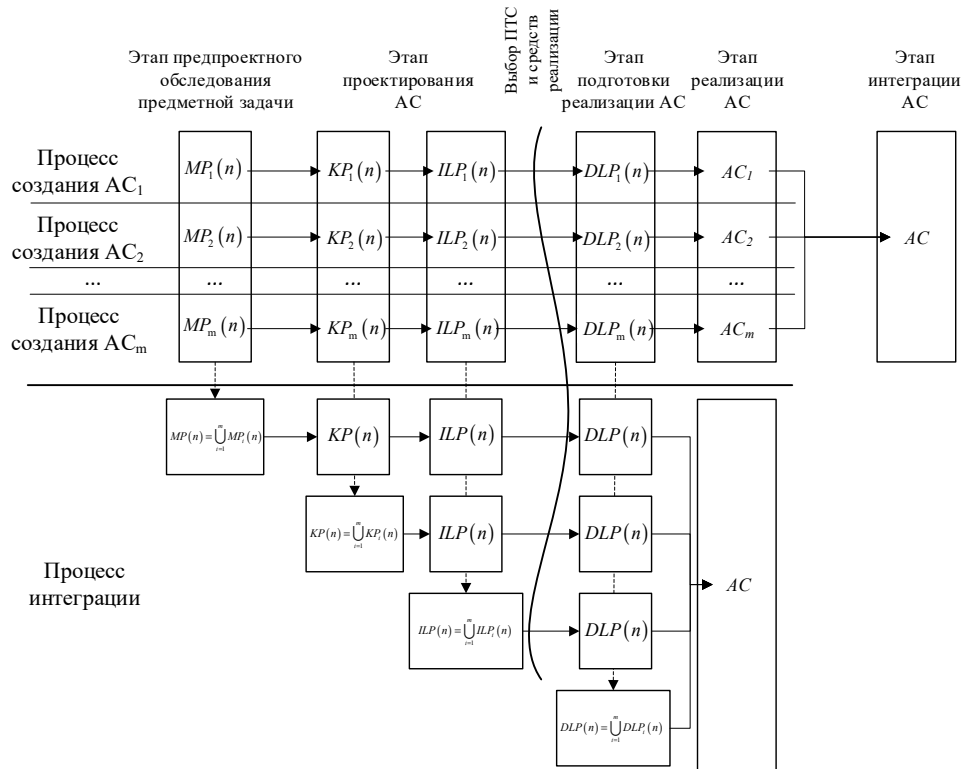


Рис. 2. Процесс интеграции модельных представлений

Общие правила интеграции описаний модельных представлений сформулированы в [6] и для интеграции статических структур концептуальной модели аналогичны правилам интеграции динамических структур [7–9].

Формальное описание интеграции концептуальных модельных представлений по составляющим на этапе проектирования автоматизированной системы для объектного уровня n -предметной задачи приведено в [6, с. 572].

2. Интеграция описаний концептуальных структур в виде диаграмм

Модельные представления комплекса предметных задач и каждой его предметной подзадачи включают описание концептуальной структуры. Концептуальная структура (КС) является статической составляющей и отражает систему понятий предметной области. Ее состав и структура определяется множеством предметных категорий и множеством статических отношений между ними (бинарных и тернарных). Концептуальная структура организована как многоуровневая конструкция, в составе которой определены категории [5] (рис. 3).

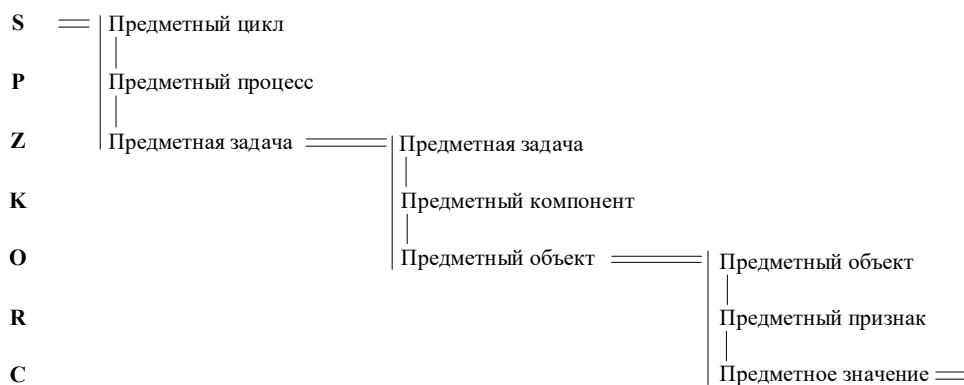


Рис. 3. Концептуальная структура на объектном уровне

Интеграция описаний концептуальных структур в виде диаграмм осуществляется по уровням, определяемым предметными категориями. Выполнение процесса интеграции концептуальных структур начинается с верхнего уровня «Цикл».

На первом шаге определяется исходная концептуальная структура – диаграмма n -й задачи или комплекса и интегрируемая в нее концептуальная структура – диаграмма m -й подзадачи.

Далее на каждом уровне выполняются следующие действия: проверяется наличие семантически идентичных предметных категорий. Если такие определяются, то в итоговую диаграмму попадает предметная категория из исходной диаграммы. Если семантически одинаковые предметные категории не определяются, то в итоговую диаграмму помещают все предметные категории, имеющие отличия. После интеграции диаграмм концептуальных структур на i -м уровне – формирования полного набора предметных категорий – выполняют перекодировку предметных категорий и восстановление связей с предметными категориями уровнем выше ($i - 1$).

Разработано формальное описание интеграции концептуальных структур на каждом уровне. Графическая интерпретация интеграции концептуальных структур для уровня «Задача» приведена на рис. 4.

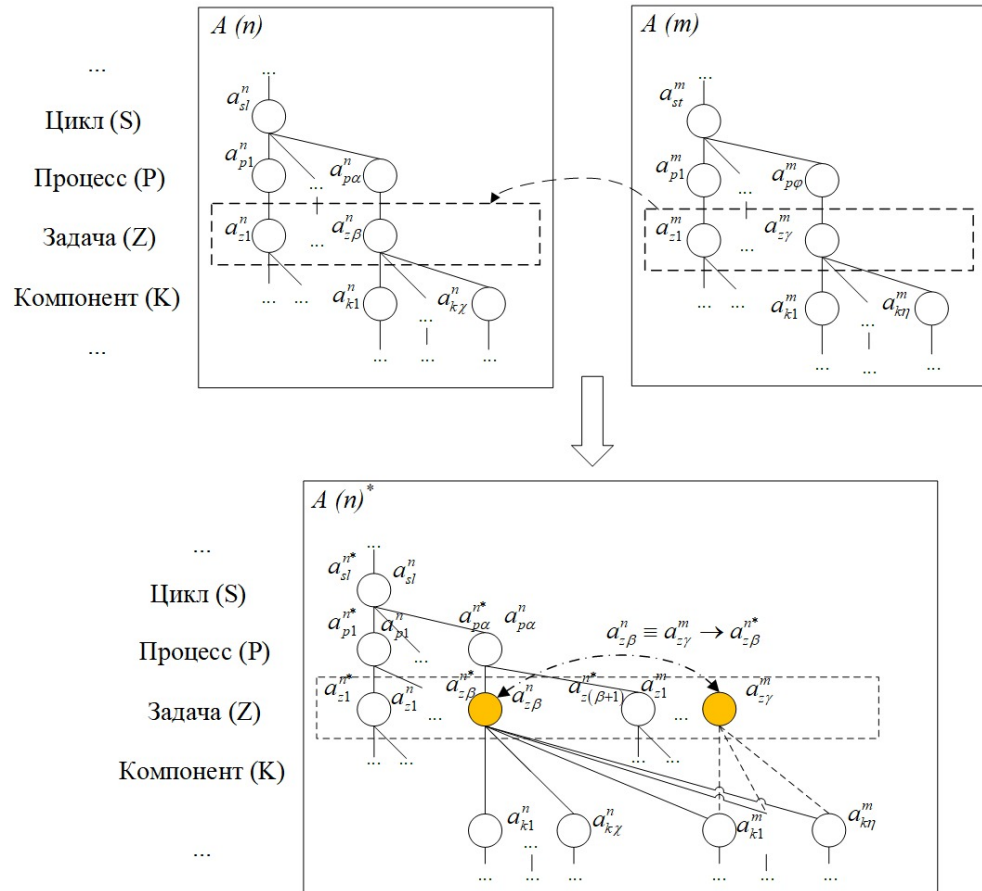


Рис. 4. Графическая интерпретация интеграции предметных категорий концептуальных структур на уровне «Задача»

Формальное описание интеграции концептуальных структур для уровня «Задача»:

если $a_z^n = \{a_{z1}^n, \dots, a_{z\beta}^n\}$, $a_z^m = \{a_{z1}^m, \dots, a_{z\gamma}^m\}$, то $a_z^{n*} = a_z^n \cup a_z^m$, т.е.

$$a_{z1}^n \equiv a_{z1}^{n*}, \dots, a_{z\beta}^n \equiv a_{z\beta}^{n*}, a_{z1}^m \equiv a_{z(\beta+1)}^{n*}, \dots, a_{z\gamma}^m \equiv a_{z(\beta+\gamma)}^{n*}.$$

При слиянии на данном уровне, если категории уровня «Задача» семантически одинаковы $a_{zi}^n \equiv a_{zj}^m$ и $\exists a_{pt}^{n*}$:

$$LA_p(n)^* A_z(n) = \left\{ (a_{pt}^{n*}, a_{zi}^n) \mid a_{pt}^{n*} \in A_p(n)^*, a_{zi}^n \in A_z(n) \right\},$$

$$LA_p(n)^* A_z(m) = \left\{ (a_{pt}^{n*}, a_{zj}^m) \mid a_{pt}^{n*} \in A_p(n)^*, a_{zj}^m \in A_z(m) \right\},$$

то в итоговую диаграмму попадет категория, принадлежащая исходной диаграмме, $a_{zi}^n \rightarrow a_{zi}^{n*}$ в противном случае, если $a_{zi}^n \neq a_{zj}^m$, то в итоговую диаграмму попадают обе категории: a_{zi}^{n*} , a_{zj}^{m*} .

После интеграции диаграмм на уровне «Задача» осуществляется перекодировка и восстановление связей с уровнем выше – a_p^{n*} .

После успешной интеграции на уровне «Задача» процесс переходит на следующий уровень – на уровень «Компонент».

Заключение

Разработанный метод интеграции описаний концептуальных структур в виде диаграмм на этапе проектирования автоматизированных систем, предназначенных для решения проектных расчетных задач, формирует единое концептуальное представление для комплекса проектных задач. Данный этап очень важен, так как от правильности построенной модели зависит корректность интерпретации инфологического и даталогического модельных представлений.

Список литературы

1. Волкова Г. Д. Методология автоматизации интеллектуального труда : монография. М. : Янус-К, 2013. 104 с.
2. Новоселова О. В. Разработка метода и средств поддержки автоматического отображения концептуальных представлений в инфологические при проектировании САПР машиностроительного назначения : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.12. М., 1997. 264 с.
3. Новоселова О. В., Волкова Г. Д. Методология проектирования прикладных автоматизированных систем: решение прикладных задач, подлежащих автоматизации // Вестник МГТУ «Станкин». 2012. Т. 2 (19), № 1. С. 104–106.
4. Новоселова О. В. Моделирование традиционных процессов решения предметных задач на начальном этапе автоматизации // Эффективные инструменты современных наук – 2014 : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. Чехия, Прага : Publishing House «Education and science», 2014. С. 23–30.
5. Волкова Г. Д. Концептуальное моделирование проектных задач : учеб. пособие. М. : Изд-во ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН», 2015. 117 с.
6. Сидоров А. С. Интеграция описаний динамических составляющих концептуальных модельных представлений // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения : сб. науч. ст. II Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Тольятти, 2019. Ч. 1. С. 570–576.
7. Novoselova O. V., Sidorov A. S. Integration of descriptions of conceptual model representations at automation of design tasks // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 709. P. 044014.
8. Еремин Г. В. Интеграция описаний процесса решения задачи в виде спецификаций // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения : сб. материалов I Всерос. науч. конф. Тольятти, 2018. Ч. 1. С. 362–368.
9. Сидоров А. С. Интеграция семантических модельных представлений // Информационные технологии и автоматизация управления : материалы X Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, работников образования и промышленности (Омск, 15–16 мая 2019 г.). Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019. С. 294–297.

References

1. Volkova G.D. *Metodologiya avtomatizatsii intellektual'nogo truda: monografiya = Automation methodology of intellectual work: monograph*. Moscow: Yanus-K, 2013:104. (In Russ.)
2. Novoselova O.V. Developing the method and means of supporting the automatic mapping of conceptual representations into infological ones in the design of NFZK for machine-building purposes. PhD dissertation. Moscow, 1997:264. (In Russ.)
3. Novoselova O.V., Volkova G.D. Methodology for designing applied automated systems: solving applied problems to be automated. *Vestnik MGTU «Stankin» = Bulletin of Moscow State University of Technology «STANKIN»*. 2012;2(1):104–106. (In Russ.)
4. Novoselova O.V. Modeling of traditional processes for solving subject problems at the initial stage of automation. *Effektivnye instrumenty sovremennykh nauk – 2014: materialy Kh Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Effective tools of modern sciences – 2014: materials of the 10th International scientific and practical conference*. Chekhiya, Praga: Publishing House «Education and science», 2014:23–30. (In Russ.)
5. Volkova G.D. *Kontseptual'noe modelirovanie proektnykh zadach: ucheb. posobie = Conceptual modeling of design tasks: textbook*. Moscow: Izd-vo FGBOU VO MGTU «STANKIN», 2015:117. (In Russ.)
6. Sidorov A.S. Integration of the description of the dynamic components of the conceptual model representations. *Informatsionnye tekhnologii v modelirovanii i upravlenii: podkhody, metody, resheniya: sb. nauch. st. II Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem = Information technologies in modeling and management: approaches, methods, solutions: proceedings of the 2nd All-Russian scientific conference with international participation*. Tolyatti, 2019;1:570–576. (In Russ.)
7. Novoselova O.V., Sidorov A.S. Integration of descriptions of conceptual model representations at automation of design tasks. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020;709:044014.
8. Eremin G.V. Integration of the description of the problem solving process in the form of a specification. *Informatsionnye tekhnologii v modelirovanii i upravlenii: podkhody, metody, resheniya: sb. materialov I Vseros. nauch. konf. = Information technologies in modeling and management: approaches, methods, solutions: proceedings of the 1st All-Russian scientific conference*. Tolyatti, 2018;1:362–368. (In Russ.)
9. Sidorov A.S. Integration of semantic model representations. *Informatsionnye tekhnologii i avtomatizatsiya upravleniya: materialy X Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov, rabotnikov obrazovaniya i promyshlennosti (Omsk, 15–16 maya 2019 g.) = Information technology and control automation: proceedings of the 10th All-Russian scientific and practical conference of students, postgraduate students, workers of education and industry (Omsk, May 15-16, 2019)*. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2019:294–297. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Ольга Вячеславовна Новоселова

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры информационных
технологий и вычислительных систем,
Московский государственный
технологический университет
«СТАНКИН» (Россия, г. Москва,
Вадковский переулок, 1)

E-mail: ovnovoselova@yandex.ru

Ol'ga V. Novoselova

Candidate of engineering sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of information
technologies and computing systems,
Moscow State University of Technology
“STANKIN” (1 Vadkovskiy lane,
Moscow, Russia)

Антон Сергеевич Сидоров

аспирант, старший преподаватель
кафедры информационных технологий
и вычислительных систем, Московский
государственный технологический
университет «СТАНКИН» (Россия,
г. Москва, Вадковский переулок, 1)

E-mail: a.sidorov@stankin.ru

Anton S. Sidorov

Postgraduate student, senior lecturer
of the sub-department of information
technologies and computing systems,
Moscow State University of Technology
“STANKIN” (1 Vadkovskiy lane,
Moscow, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 06.05.2021

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 09.11.2021

Принята к публикации / Accepted 14.12.2021