

УДК 004.4

МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

В. В. Дрождин, М. В. Кондрашин, В. О. Симакин, А. А. Шалаев

drozhdin@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» (ПГУ)

Поступила в редакцию 15 апреля 2014 г.

Аннотация. Рассматривается организация внутреннего вычислительного процесса в самоорганизующейся информационной системе, позволяющего решать задачи пользователей и осуществлять эволюцию системы. Вычислительный процесс представляется взаимодействием процессов управления, рабочего, самомодификации и совершенствования. Определены основные компоненты, их взаимосвязи и взаимодействие, реализующие вычислительный процесс в системе. Разработаны логическая и физическая модели организации вычислительного процесса. Отмечается универсальность организации вычислительного процесса для создания самоорганизующихся информационных систем различной сложности.

Ключевые слова: самоорганизующаяся информационная система; вычислительный процесс; модель вычислительного процесса; самомодификация; развитие.

ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Под вычислительным процессом понимается процесс исполнения программы компьютером.

Для исполнения программы с фиксированным алгоритмом организация вычислительного процесса полностью возлагается на операционную систему (ОС) компьютера, которая может исполнять программу последовательно или распараллеливать ее исполнение на несколько процессов после предварительного анализа. Программа может влиять на свой вычислительный процесс только вызовом заранее подготовленных динамически подключаемых модулей.

В процессе исполнения самоорганизующейся информационной системы (СИС) могут изменяться не только данные, но и алгоритм их обработки, что обеспечивает эволюцию системы в широких пределах [1]. Это требует, чтобы в СИС постоянно создавались новые, изменялись существующие и удалялись устаревшие (неэффективные, несоответствующие решаемым задачам, некорректно работающие) части алгоритма. Поэтому в СИС, кроме низкоуровневого вычислительного процесса, реализуемого ОС, должен быть организован собственный высокоуровневый вычислительный процесс, обес-

печивающий корректное функционирование и эволюцию системы [2].

В исполняемом алгоритме программы можно выделить несколько структурных уровней: операторы, процедуры (функции, методы), объекты, исполняемые модули и программа в целом. Для организации высокоуровневого вычислительного процесса целесообразно выбрать уровень изменения программных компонентов, удовлетворяющий следующим требованиям:

- эффективное влияние на процесс решения задач в системе;
- функциональная полнота и достаточная обособленность изменяемых программных компонентов;
- возможность реализации в системе процесса решения задач, соответствующих ее назначению, и процессов самомодификации (самодостраивания) и совершенствования (развития), обеспечивающих эволюцию системы в процессе функционирования;
- относительно небольшие затраты на модификацию программных компонентов;
- реализация высокоуровневого вычислительного процесса на основе средств, предоставляемых ОС.

Этим требованиям в достаточной мере удовлетворяет модификация алгоритма СИС путем вызова, исполнения и отключения дина-

мически подключаемых исполняемых модулей. Модификацию алгоритма на уровнях операторов, процедур и объектов можно считать незначительно влияющими на изменение алгоритма, а в случае высокой важности таких модификаций они могут быть организованы в виде отдельных программных модулей.

ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В СИС

Логическая модель организации вычислительного процесса в СИС, отражающая процесс решения задач, практически полезных для внешней среды (системы пользователей), приведена на рис. 1.

Внешне СИС представляется пользователям в виде взаимосвязанной системы из трех основных компонентов:

- интерфейс, предоставляющий пользователям средства взаимодействия с системой и решения требуемых задач;
- репозиторий задач, доступных пользователям для решения в системе;
- рабочая область, в которую загружаются исполняемые модули для реализации процесса решения задач пользователей.

Процесс функционирования СИС с точки зрения пользователей заключается в следую-

щем:

1. При запуске СИС загружается интерфейсный модуль взаимодействия системы с внешней средой, и пользователи получают доступ к задачам, которые может решать система.

2. В случае выбора пользователем элемента интерфейса, соответствующего сформированной задаче, СИС загружает в рабочую область из репозитория исполняемый модуль задачи, а если задача состоит из нескольких исполняемых модулей, то по необходимости загружает остальные модули задачи.

3. Если пользователь включает в состав интерфейса новый элемент, то система предоставляет список задач из репозитория для выбора требуемой задачи пользователем и связи ее с новым интерфейсным элементом. При выборе варианта “новая задача” пользователь предварительно должен сформировать описание высокоуровневого процесса решения задачи из подзадач.

4. Для включения в состав интерфейса средств взаимодействия нового типа (например, списка горячих клавиш или голосового управления), необходимо выбрать элемент “компонент new”, позволяющий сформировать описание компонента, реализующего новый тип взаимодействия СИС с внешней средой (пользователями системы).

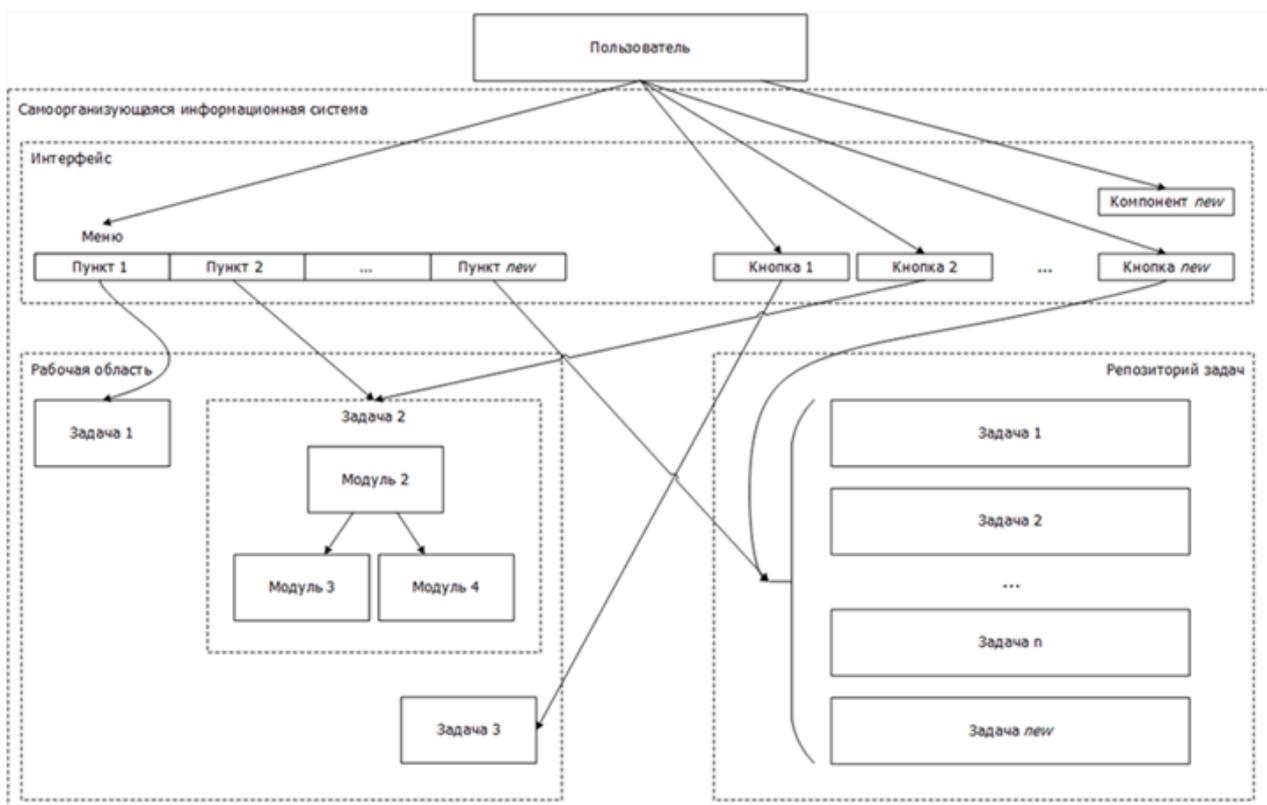


Рис. 1. Логическая модель организации вычислительного процесса в СИС

Таким образом, функционирование СИС для пользователя представляется достаточно простым процессом, а возможность использования задач от задач, разрешимых для конкретных исходных данных, до универсальных задач типа свободного запроса к базе данных или вычисления произвольной корректно заданной функции позволяет СИС решать очень широкий круг задач обработки данных.

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В СИС

Реализация логической модели организации вычислительного процесса, кроме рабочего процесса решения задач, должна учитывать процессы адаптации к изменениям внешней среды (решаемым задачам), оптимизации и совершенствования СИС, а также общее управление процессами и распределением ресурсов в системе. При этом адаптация (изменение решаемых задач) осуществляется пользователями с помощью средств, представленных в логической модели организации вычислительного процесса, а оптимизация и совершенствование СИС являются внутренними процессами системы и учитываются только в физической модели организации вычислительного процесса. Поэтому физическая модель организации вычислительного процесса в СИС будет иметь более

сложную структуру.

На физическом уровне организации вычислительного процесса целесообразно выделять четыре основных взаимодействующих процесса:

- управляющий процесс, осуществляющий общее управление процессами и распределение ресурсов в системе;
- рабочий процесс, осуществляющий решение практически полезных задач для пользователей;
- процесс самомодификации (самодораивания), модифицирующий алгоритм функционирования системы путем дополнения, замены, декомпозиции и сочетания программных модулей, известных системе;
- процесс совершенствования (развития), выявляющий в системе новые знания (закономерности) и формирующий на их основе новые методы решения внутрисистемных задач и программные модули.

Организацию рабочего процесса и процессов самомодификации и совершенствования целесообразно осуществить на основе менеджера процесса и репозитория (хранилища) компонентов, а взаимодействие процессов – путем анализа логов, протоколирующих протекание процессов, и корректировки компонентов в репозиториях.

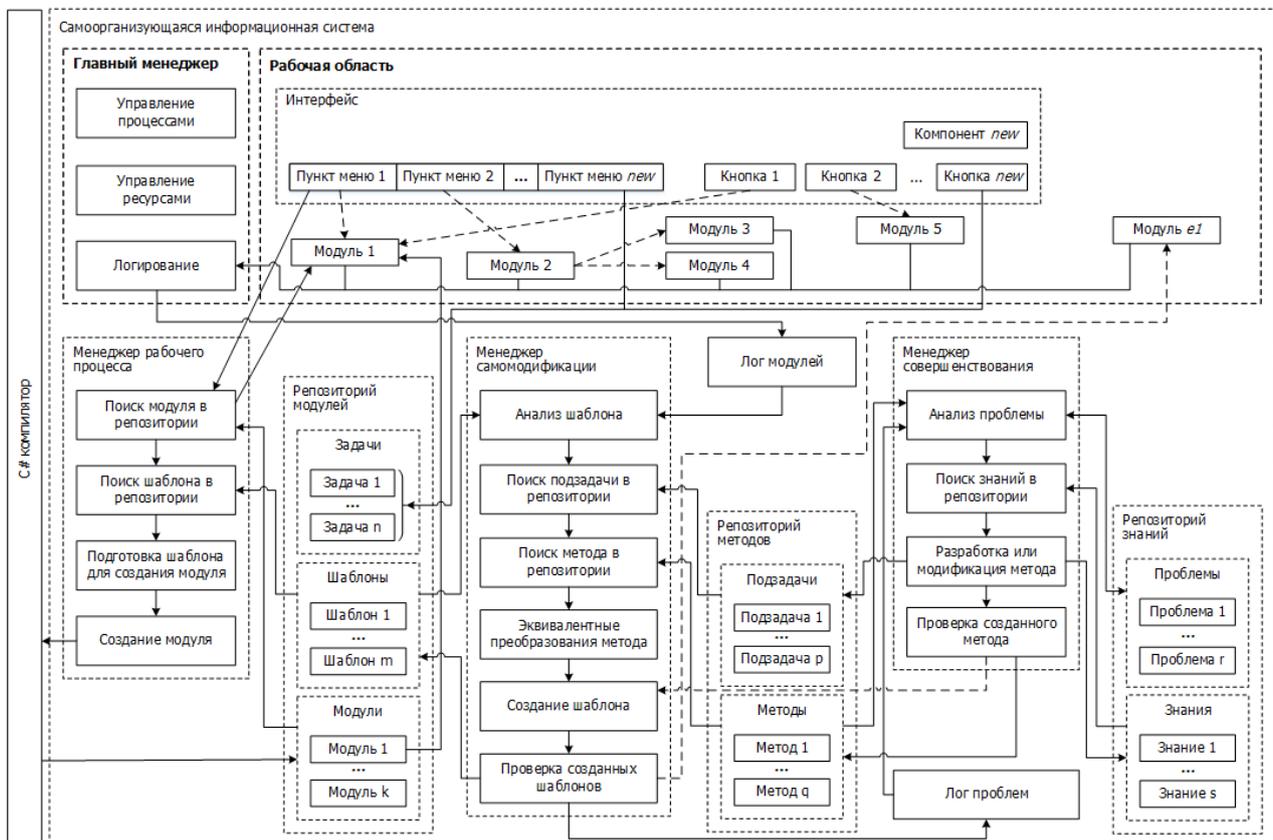


Рис. 2. Физическая модель организации вычислительного процесса в СИС

Физическая модель организации вычислительного процесса в СИС приведена на рис. 2. При этом оболочку СИС составляют все менеджеры системы, а в рабочую область загружаются интерфейсный модуль и модули, реализующие решение задач.

Главный менеджер осуществляет общее управление процессами и распределением ресурсов в СИС, а также ведет протоколирование работы всех исполняемых модулей системы. При запуске СИС он загружает интерфейсный модуль и организует процессы для менеджеров рабочего процесса и процессов самомодификации и совершенствования.

Менеджер рабочего процесса после запуска ожидает заявки от исполняемых модулей на загрузку других исполняемых модулей.

При получении заявки на решение задачи от элемента интерфейса в описании задачи определяется первый исполняемый модуль и выполняется его поиск в списке исполняемых модулей. Если модуль найден, он загружается в рабочую область и управление передается этому модулю для решения требуемой задачи. В случае отсутствия модуля осуществляется поиск шаблона требуемого модуля в списке шаблонов и генерация исполняемого модуля по шаблону компилятором системы программирования, после чего исполняемый модуль загружается в рабочую область и управление передается ему для решения задачи.

Если заявка на загрузку исполняемого модуля поступает от модуля, исполняемого в данный момент, то поиск и загрузка требуемого модуля осуществляется как в предыдущем случае, но без обращения к описаниям задач.

Модули в процессе своего исполнения посылают сообщения функции логирования главного менеджера для протоколирования процесса решения задач. Функция логирования, обнаружив серьезное отклонение в функционировании некоторого модуля или накопив определенное количество несущественных отклонений от нормального функционирования модулей, информирует об этом менеджер процесса самомодификации СИС.

Менеджер самомодификации на основе анализа лога модулей определяет модуль с худшими показателями и анализирует его шаблон на выявление подзадач, ухудшающих показатели работы модуля. Для выявленных подзадач в репозитории методов осуществляется поиск методов решения с требуемыми характеристиками. Если такие методы найдены, они заменяют неудовлетворительные методы реше-

ния, и после апробирования измененного модуля его шаблон включается в репозиторий, а устаревший исполняемый модуль удаляется.

В случае отсутствия более эффективных методов решения подзадачи или если они покрывают не все допустимые значения входных данных, менеджер самомодификации СИС пытается сформировать сложный (составной) метод, использующий для определенных значений исходных данных более эффективные методы решения из репозитория, а для других значений исходных данных – эффективные универсальные методы решения (например, замену вычисления функции таблицей решений). После этого осуществляется изменение шаблона модуля, апробация измененного модуля и включение его в репозиторий модулей.

Однако может оказаться, что менеджер процесса самомодификации не может сформировать исполняемый модуль с требуемыми характеристиками. В этом случае он формулирует соответствующую проблему, заносит ее в лог проблем и информирует об этом менеджер процесса совершенствования СИС.

Менеджер процесса совершенствования, получив информацию о некоторой проблеме, определяет особенности этой проблемы и в репозитории ищет знания, относящиеся к ней. На основе этих знаний он модифицирует некоторый известный или разрабатывает новый метод решения и после апробации включает его в репозиторий методов, информируя менеджер процесса самомодификации, который может теперь изменить соответствующие исполняемые модули для придания им требуемых свойств.

Все основные процессы в СИС выполняются параллельно. Наибольшим приоритетом обладает управляющий процесс. При нормальном функционировании системы более высокий приоритет у рабочего процесса, а в случае возникновения каких-либо проблем более высокий приоритет может получать процесс самомодификации или совершенствования. Для реализации специфических функций в СИС могут порождаться вспомогательные процессы, а приобретение знаний осуществляется путем анализа структуры, организации и функционирования системы.

Хотя физическая модель организации вычислительного процесса на рис. 2 наглядно демонстрирует состав компонентов, взаимосвязи между ними и реализацию основных процессов в СИС, однако такая внутренняя организация системы является недостаточно гибкой и эффективной вследствие следующих факторов:

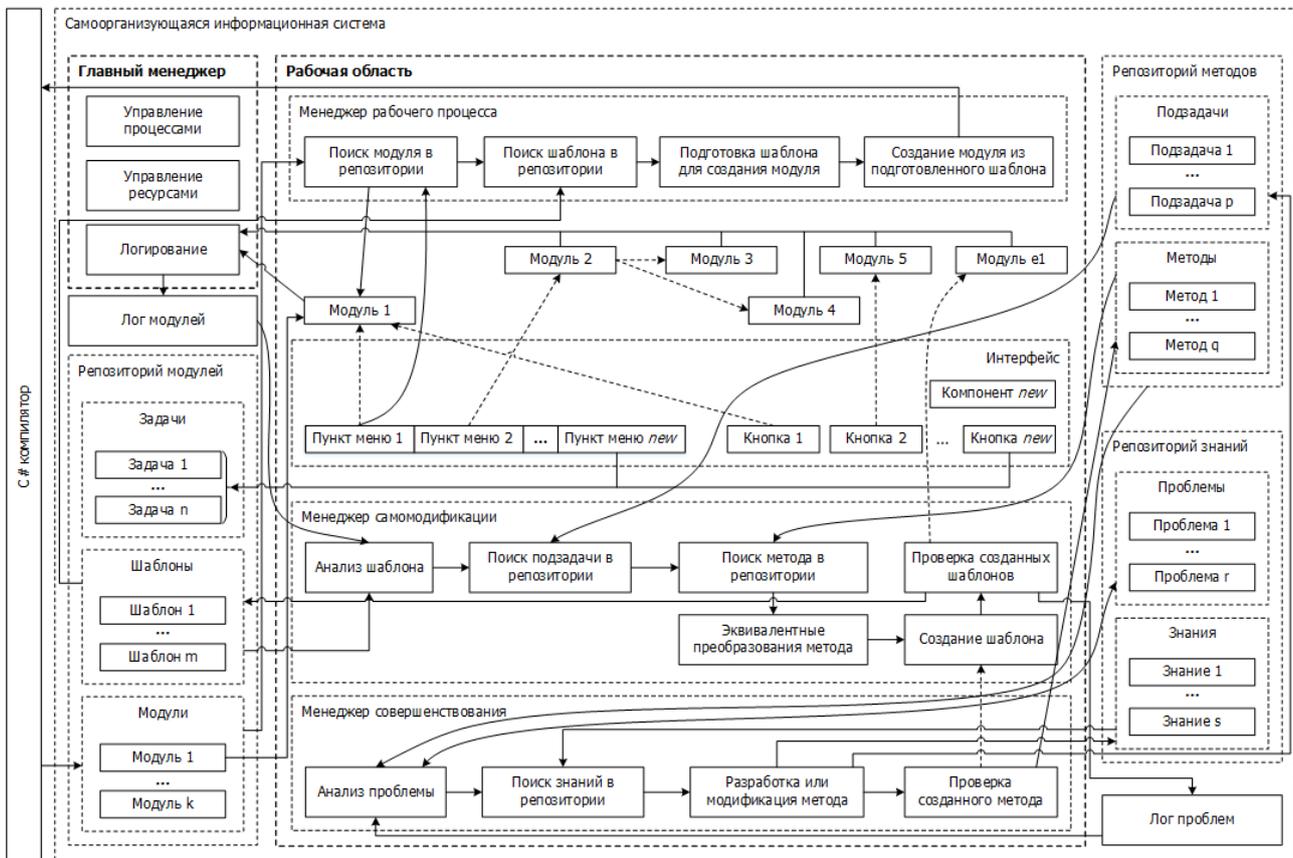


Рис. 3. Физическая модель эффективной организации вычислительного процесса в СИС.

- высокая громоздкость оболочки СИС, включающей все менеджеры системы;
- ограниченность эволюции СИС вследствие невозможности модификации менеджеров средствами самой системы;
- ограниченность решения задач, критичных к объему ресурсов, вследствие относительно небольшого объема рабочей области системы, которая может быть выделена для таких задач.

Поэтому целесообразно разработать более эффективную организацию вычислительного процесса в СИС, приведенную на рис. 3.

Рассмотренная организация вычислительного процесса допускает в начальный момент существования системы иметь пустые репозитории и в интерфейсе содержать только элемент “компонент new”, а формирование системы произвольной сложности будет осуществляться непосредственно в процессе ее функционирования. Это, безусловно, длительный процесс, но внутренняя организация системы теперь не накладывает на него никаких ограничений. Кроме этого, если в системе отсутствуют подсистемы самомодификации и совершенствования, репозиторий модулей содержит только готовые исполняемые модули, в главном менеджере функ-

ции распределения ресурсов и протоколирования пусты, а функция управления процессами только при запуске программы запускает первый исполняемый модуль, то такая организация вычислительного процесса является вырожденной или тривиальной. Именно так функционируют практически все существующие программы, являясь простейшим частным случаем самоорганизующихся систем, не способным к какому-либо самостоятельному совершенствованию и адаптации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация вычислительного процесса разработана для самоорганизующихся информационных систем, осуществляющих сбор, хранение, обработку и выдачу информации. Однако она не накладывает никаких ограничений на типы решаемых задач и может являться универсальной организацией адаптивных программных систем (автономных систем [3]), степень адаптации и развития которых определяются возможностями подсистем самомодификации и совершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дрождин В. В., Зинченко Р. Е. Предпосылки создания и архитектура самоорганизующихся информационных систем // Биокосмология – нео-Аристотелизм: электр. журнал. 2011. Т. 1, вып. 4. С. 446-458. URL: <http://www.biocosmology.ru/elektronnyj-zurnal-biocosmologia-biocosmology-neo-aristotelism/7.pdf> (дата обращения: 10.04.2014). [V. V. Drozhdin and R. E. Zinchenko, "Premises of developing and architecture of self-organizing information systems," (in Russian), in *Electronic journal "Biocosmology – neo-Aristotelism"*, vol. 1, no. 4, pp. 446-458, 2011. Available: <http://www.biocosmology.ru/elektronnyj-zurnal-biocosmologia-biocosmology-neo-aristotelism/7.pdf>]

2. Дрождин В. В., Симакин В. О. Особенности организации вычислительного процесса в самоорганизующейся информационной системе // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: XIII Междунар. науч.-техн. конф. (Пенза, 24–25 окт. 2013): тр. конф. Пенза: ПДЗ, 2013. С. 53-55. [V. V. Drozhdin and V. O. Simakin "Peculiarities of organization of the computing process in the self-organizing information system", (in Russian), in *Proc. 13rd Int. Workshop on Problems of informatics in Education, Management, Economy and Techniques*, Penza, Russia, 2013, pp. 53-55.]

2. Дрождин В. В. Принципы организации и архитектура автономных систем // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. 2011, № 26. С. 374-379. [V. V. Drozhdin "Principles of the organization and architecture of independent systems", (in Russian), *Izv. Penz. gos. pedagog. univ. im. V. G. Belinskogo*, no. 26, pp. 374-379, 2011.]

ОБ АВТОРАХ

ДРОЖДИН Владимир Викторович, доц. каф. инф.-выч. систем. Дипл. инж. констр.-техн. ЭВА (ППИ, 1982). Канд. техн. наук по мат. и прогр. обеспеч. выч. машин, комплексов и комп. сетей (ЛИАП, 1987). Иссл. в обл. самоорганиз. информ. систем.

КОНДРАШИН Максим Викторович, асп. той же каф. Дипл. мат.-программист (ПГУ, 2012). Готовит дис. в обл. приобретения знаний в самоорганиз. информ. системе.

СИМАКИН Валерий Олегович, асп. той же каф. Дипл. мат.-программист (ПГУ, 2012). Готовит дис. в обл. организ. вычислений в самоорг. инф. системе.

ШАЛАЕВ Александр Александрович, асп. той же каф. Дипл. инф.-экономист (ПГУ, 2012). Готовит дис. в обл. са-момодиф. самоорг. инф. системы.

METADATA

Title: The model of organization of the computing process in a self-organizing information system.

Authors: V. V. Drozhdin, M. V. Kondrashin, V. O. Simakin, A. A. Shalaev.

Affiliation: Penza State University (PGU), Russia.

Email: drozhdin@yandex.ru.

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 18, no. 3 (64), pp. 236-341, 2014. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: This paper discusses the internal organization of the computational process in a self-organizing information system that allows for user tasks accomplishment and ensures the system evolution. The computational process is an interaction between management, work, self-modification and self-improvement processes. The paper defines the main components that implement the computational process in a system, along with their interrelationships and interactions. In this article, we develop logical and physical models of the computational process organization. The paper highlights the universality of the computational process organization for creating self-organizing systems of various complexity levels.

Key words: Self-organizing information system, computational process, model of computational process, self-modification, development.

About authors:

DROZHIDIN, Vladimir Viktorovich, Assoc. prof., Dept. of Information Systems, Dipl. design engineer-technologist EVA (PPI, 1982). PhD (LIAP, 1987).

KONDRASHIN, Maxim Viktorovich, Postgrad. (PhD) Student, Dept. of Information Systems, Mathematician and programmer (PGU, 2012).

SIMAKIN, Valeriy Olegovich, Postgrad. (PhD) Student, Dept. of Information Systems, Mathematician and programmer (PGU, 2012).

SHALAEV, Alexander Alexandrovich, Postgrad. (PhD) Student, Dept. of Information Systems, Informatics and economist (PGU, 2012).