

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ФАБРИКИ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГЕНЕРАТОРА СИСТЕМНО ОБОСНОВАННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Грицюк Е.М.<sup>1</sup>, Козинский С.С.<sup>2</sup>, Гольдштейн С.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ СО ДКБВЛ НПЦ «Бонум»,

<sup>2</sup> ФГАОУ ВПО УрФУ, г. Екатеринбург

Приведены структурные модели и алгоритмы функционирования, а также – примеры экранных форм компьютерной реализации системы фабрики моделей автоматизированного генератора системно обоснованного технического задания на медицинскую информационную систему.

**Ключевые слова:** фабрика моделей, иерархические модели, алгоритмические модели, математические модели, концептуальные модели, структурные модели, автоматизированный генератор технического задания, медицинские информационные системы.

## Development of the system of factory of models of the automated generator it is system the well-founded technical project

Gritsyuk E.M.<sup>1</sup>, Kozinskiy S.S.<sup>2</sup>, Goldshtein S.L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> State financed Health Institution Sverdlovsk region Children's Clinical Hospital of remedial treatment Scientific-Practical Centre "Bonum", Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> Urals Federal University, Ekaterinburg, Russia

Given the structural models and algorithms, and are examples of the display forms the computer system implementation of the model factory with an automated generator system informed technical specifications for medical information system.

**Keywords:** factory models, hierarchical models, algorithmic models, mathematical models, conceptual models, structural models, automated technical specification generator, medical information systems.

### Введение

Одна из проблем при составлении ТЗ на МИС – четкое и понятное программисту описание деятельности медицинского работника, для чего предлагается использовать универсальный метод – моделирование, которое в свою очередь, необходимо автоматизировать, упростить и сделать максимально понятным.

Автоматизированные системы обработки информации и управления, относятся к классу больших систем, этапы проектирования, внедрения, эксплуатации и эволюции которых в настоящее время невозможны без использования различных видов моделирования.

Подсистемы фабрики моделей АГ СО ТЗ (работа с алгоритмическими моделями, иерархическими, концептуальными, математическими, системно-структурными) не

приведены в развитие [1, 2]. Поэтому в настоящей статье предлагается развить фабрику моделей АГ СО ТЗ путем развития у существующих подсистем алгоритмов, системно-структурных схем и экранных форм, а также добавить в ее состав подсистему помощи при работе с моделями (см. рис. 1).

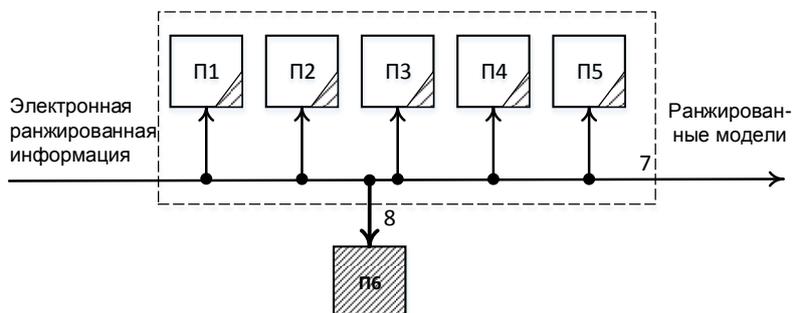


Рис. 1 Системно-структурная модель фабрики моделей АГ СО ТЗ по прототипу [1,2] и предлагаемому решению (выделено штриховкой)

где: П1 – подсистема для работы с иерархическими моделями, П2 – подсистема для работы с системно-структурными моделями, П3 – подсистема для работы с концептуальными моделями, П4 – подсистема для работы с алгоритмическими моделями, П5 – подсистема для работы с математическими моделями, П6 – подсистема помощи при работе с моделями, 7,8 – интерфейсы.

### Литературно-аналитический обзор. Выход на аналоги и прототипы

При литературно-аналитическом обзоре не найдено единого прототипа, позволяющего выполнить работу со всеми типами моделей.

В настоящей статье для каждой подсистемы даны описания найденных аналогов и выбранных прототипов, приведена их критика.

Для работы с моделями прежде всего необходима простота и понятность работы с ними, т.к. медицинские работники не имеют специальных навыков для создания моделей с помощью специализированных программ.

#### *Иерархические модели*

Иерархическая модель данных — это модель данных, где используется представление в виде древовидной (иерархической) структуры, состоящей из объектов (данных) различных уровней.

В качестве аналогов программ для работы с системно-структурными моделями нами были выбраны [6-8], рассмотрен их функционал (см. табл. 2).

Таблица 1

Сравнительная таблица аналогов программ для работы с системно-структурными моделями

Аналоги	Оценки по критериям				Итоговая оценка
	Сохранение пропорции при интеграции	Интерактивное добавление связей	Распространенность	Построение модели по текстовому описанию	
MS Word	+	-	+	-	2
MS Visio	+	+	+	-	3
Paint	-	-	+	-	1

Прототипом выбрана программа Microsoft Visio, потому что данное решение – это промышленный стандарт во всем мире и один из наиболее широко используемых программных продуктов для построения различных видов схем.

### *Концептуальные модели*

Концептуальная модель – это модель, представленная множеством понятий и связей между ними, определяющих смысловую структуру рассматриваемой предметной области или ее конкретного объекта.

В качестве аналогов программ для работы с концептуальными моделями нами были выбраны [8-10], рассмотрен их функционал (см. табл. 3).

Таблица 2

Сравнительная таблица аналогов программ для работы с концептуальными моделями

Аналоги	Оценки по критериям				Итоговая оценка
	Связь между моделями	Возможность автоматического копирования моделей	Распространённость	Подсказки по структуре модели	
MS Word	-	-	+	-	1
Notepad++	-	-	-	-	0
OpenOffice	-	-	+	-	1

Прототипом выбрана программа Microsoft Word, потому что данное решение – это промышленный стандарт во всем мире и один из наиболее широко используемых программных широко используемых программных процессоров для редактирования текстов.

### *Алгоритмические модели*

Алгоритмическая модель – это разновидность информационной модели, где содержится описание последовательности действий (план), строгое исполнение которых приводит к решению поставленной задачи за конечное число шагов.

В качестве аналогов программ для работы с алгоритмическими моделями нами были выбраны [6,11,12], рассмотрен их функционал (см. табл. 4).

Таблица 3

Сравнительная таблица аналогов программ для работы с алгоритмическими моделями

Аналоги	Оценки по критериям		
	Автоматическое выравнивание линий	Простота создания схемы	Итоговая оценка
MS Visio	-	+	1
YWorks	+	+	2
Google charts	-	+	1

Прототипом выбрана программа YWorks, потому что она является наиболее простой для пользования непрофильными специалистами.

### Математические модели

Математическая модель – математическое представление реальности, один из вариантов модели, как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе.

В качестве аналогов программ для работы с математическими моделями нами были выбраны [12-16], рассмотрен их функционал (см. табл. 5).

Таблица 5

Сравнительная таблица аналогов программ для работы с математическими моделями

Аналоги	Оценки по критериям						Итоговая оценка
	Простота использования	Полная документация	Построение графиков	Расширения	Связь с интернетом	Программирование	
Maple	-	+	+	+	+	+	5
MathCad	+	+	+	+	+	-	5
Mathematica	-	+	+	+	+	+	5
MatLab	-	-	+	-	-	+	2

Прототипом выбрана программа MathCAD. У трех продуктов имеется одинаковое значение оценок, но т.к. работать с моделями будут не профильные специалисты (врачи), то решающую роль играет оценка простоты работы с программой.

В результате проведения анализа структуры найденных аналогов был сформирован компилятивный прототип, который принят за прототип 0 ранга. Рассмотрим полученный пакет прототипов и проведем их критику (см. табл. 6).

Таблица 6  
Пакет научных прототипов

Ранг	Наименование	Ссылка	Критика
0	Система фабрики моделей	[1,2]	Системно-структурная неполнота: не осуществляется подсказка в работе
1	Подсистема «Работа с алгоритмическими моделями»	[11]	Сложность работы с программой
	Подсистема «Работа с иерархическими моделями»	[3]	Отсутствие возможности построение по текстовому описанию
	Подсистема «Работа с концептуальными моделями»	[8]	Отсутствует возможность подсказки по структуре модели
	Подсистема «Работа с математическими моделями»	[13]	Сложность работы с программой
	Подсистема «Работа с системно-структурными моделями»	[6]	Отсутствие возможности построение по текстовому описанию
	Подсистема «Помощь при работе с моделями»	[1,2]	Отсутствие подсказок по последовательности работы, примеров работы и описание моделей

Алгоритм функционирования системы фабрики моделей приведен на рис. 2. Предполагается, что подсистемы 3 – работы с концептуальными моделями, 5 – работы с системно структурными моделями, 7 – работы с алгоритмическими моделями, 9 – работы с иерархическими моделями, 11 – работы с математическими моделями, 13 – помощи при работе с моделями будут работать параллельно.

Пример экранной формы фабрики моделей АГ СО ТЗ приведен на рис. 3.

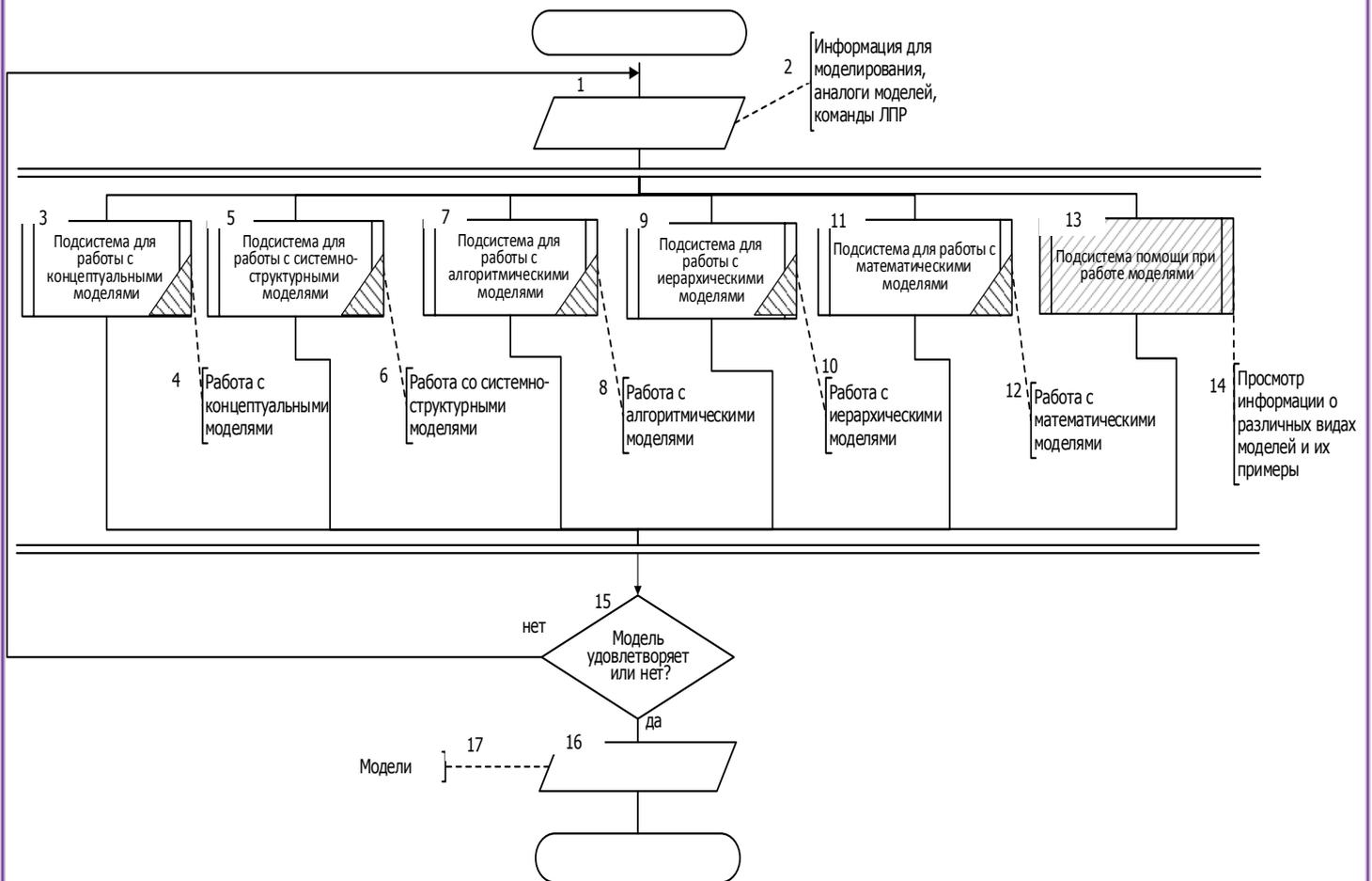


Рис. 2 – Общий алгоритм работы системы фабрики моделей по прототипу [1,2] и предлагаемому решению (выделено штриховкой)

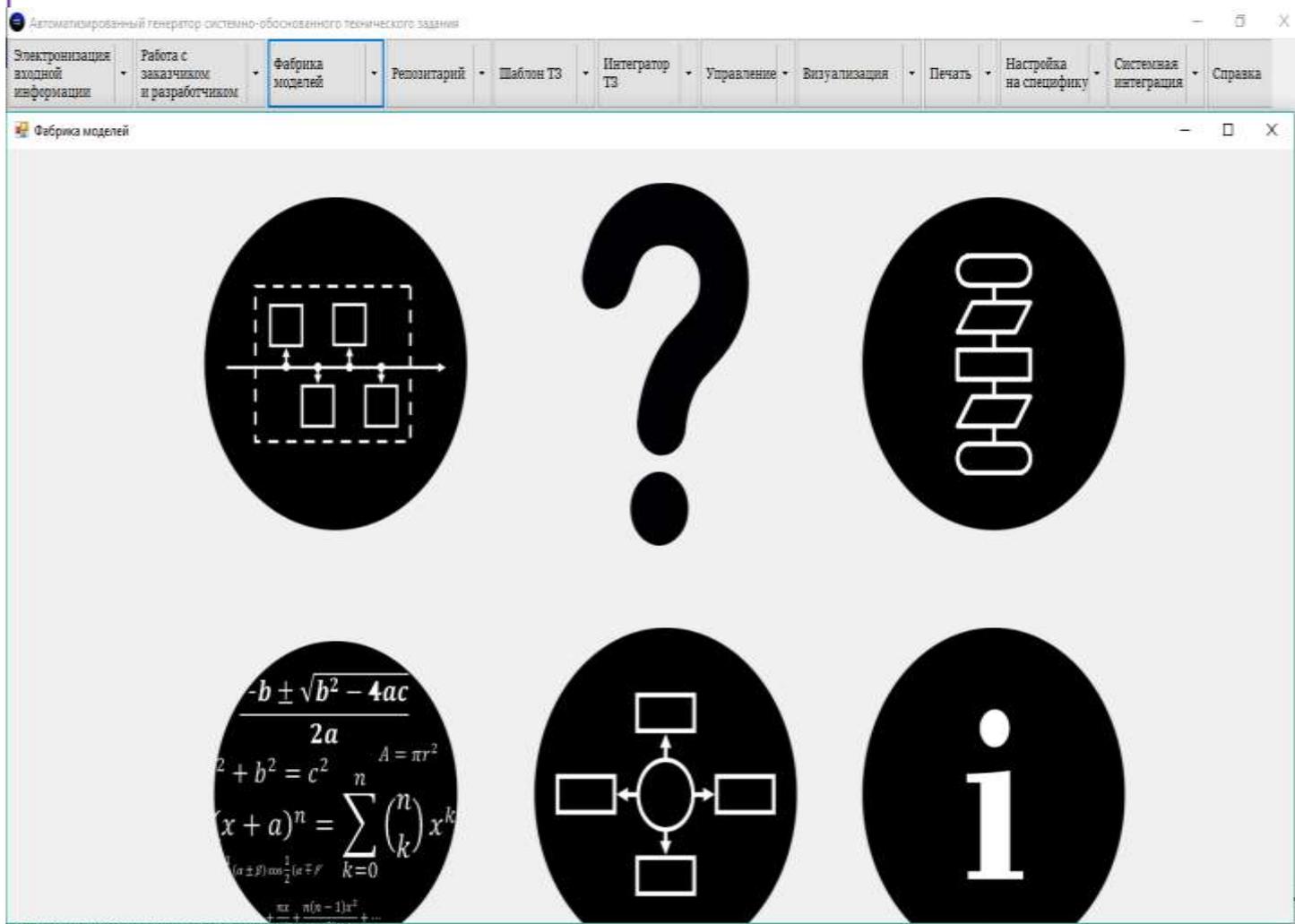


Рис. 3 – Пример экранной формы системы фабрики моделей

На вход системы «Фабрика моделей» поступает информация от систем «Электронизация входной информации» и «Работа с заказчиком и разработчиком» и в результате работы с данной системой можно получить исчерпывающую информацию о моделях, создать новые модели, которые будут полезны для дальнейшей работы над созданием СО ТЗ. Прототип [1,2] был модифицирован и дополнен новой подсистемой помощи при работе с моделями. В новой подсистеме можно получить справку и ознакомиться с примерами различными типами моделей в случаи возникновения проблем при работе с ними.

### Подсистема «Работа с иерархическими моделям»

Подсистема «Работа с иерархическими моделям» рассматриваемой системы фабрики моделей представлена в виде структурной схемы, алгоритма работы и примера экранной формы.

*Структурная схема* подсистемы работы с иерархическими моделями приведена в развитие [3] (см. рис. 4).

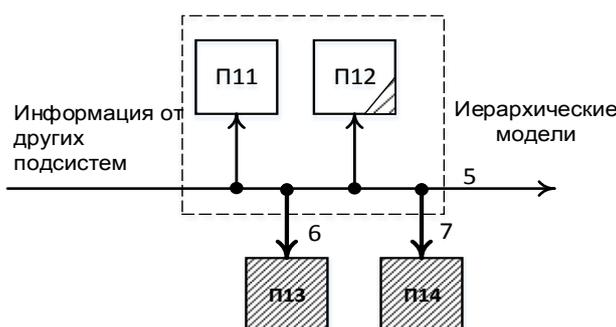


Рис. 4 – Системно-структурная модель работы с иерархическими моделями по прототипу[3] и предлагаемому решению (выделено штриховкой)

где модули прототипа П11 – работа с блоками, П12 – сохранение и печать модели, а также новые модули П13 – построение модели по текстовому описанию, П14 – получение справки по моделям, 5-7 – интерфейсы.

На входе в подсистему: информация от других подсистем; на выходе: иерархические модели. Усовершенствованный модуль позволяет сохранять модели в репозитории в удобном виде для дальнейшего использования. Новые модули позволяют неопытным пользователям строить иерархические модели, описав их в виде текста. Кроме этого, если возникают трудности, можно получить справочную информацию по нужному типу модели.

*Алгоритм функционирования* представлен на рис. 5.

*Пример экранной формы*, отражающий работу подсистемы как программного средства, представлен на рис.6. Алгоритм реализован в среде разработке Microsoft Visual Studio

2012 на языке программирования C# (все остальные подсистемы реализованы аналогично).

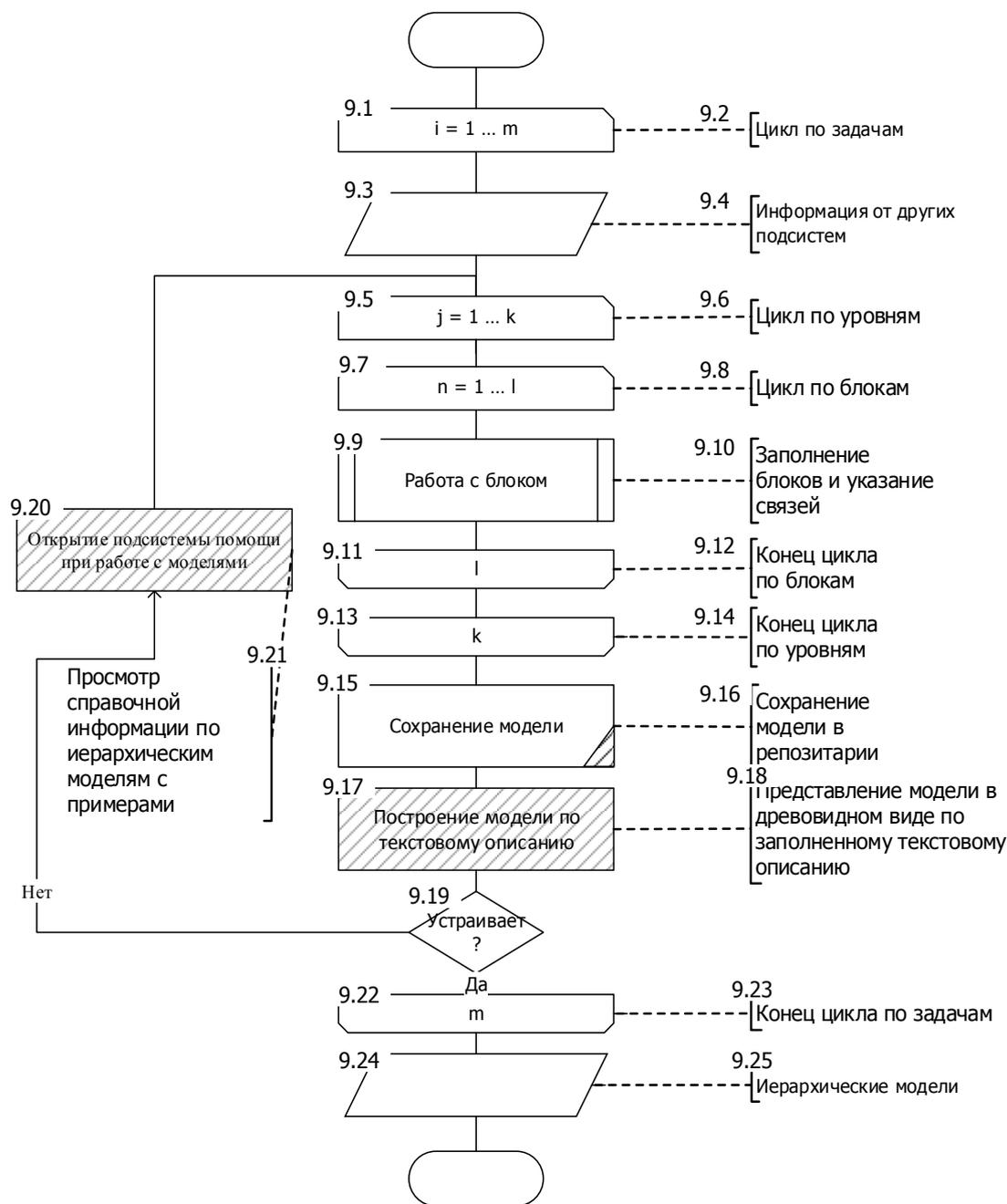


Рис. 5 – Алгоритм работы подсистемы работы с иерархическими моделями по прототипу [3] и предлагаемому решению (выделено штриховкой)

В алгоритме подсистемы работы с иерархическими моделями предлагается ввести новые модули построения по текстовому описанию (1.17) и просмотра справки по моделям (1.20), а также модернизировать модуль сохранения модели (1.15).

Алгоритм подсистемы работы с иерархическими моделями организован циклически по уровням (1.6 и 1.14) со вложенным циклом по блокам уровня (1.8 и 1.12) и подразумевает последовательный вызов процедуры заполнения информации по блоку и указания связей.

После окончания циклов модель можно сохранить (1.15) в репозитории для дальнейшего использования, а также просмотреть в графическом виде.

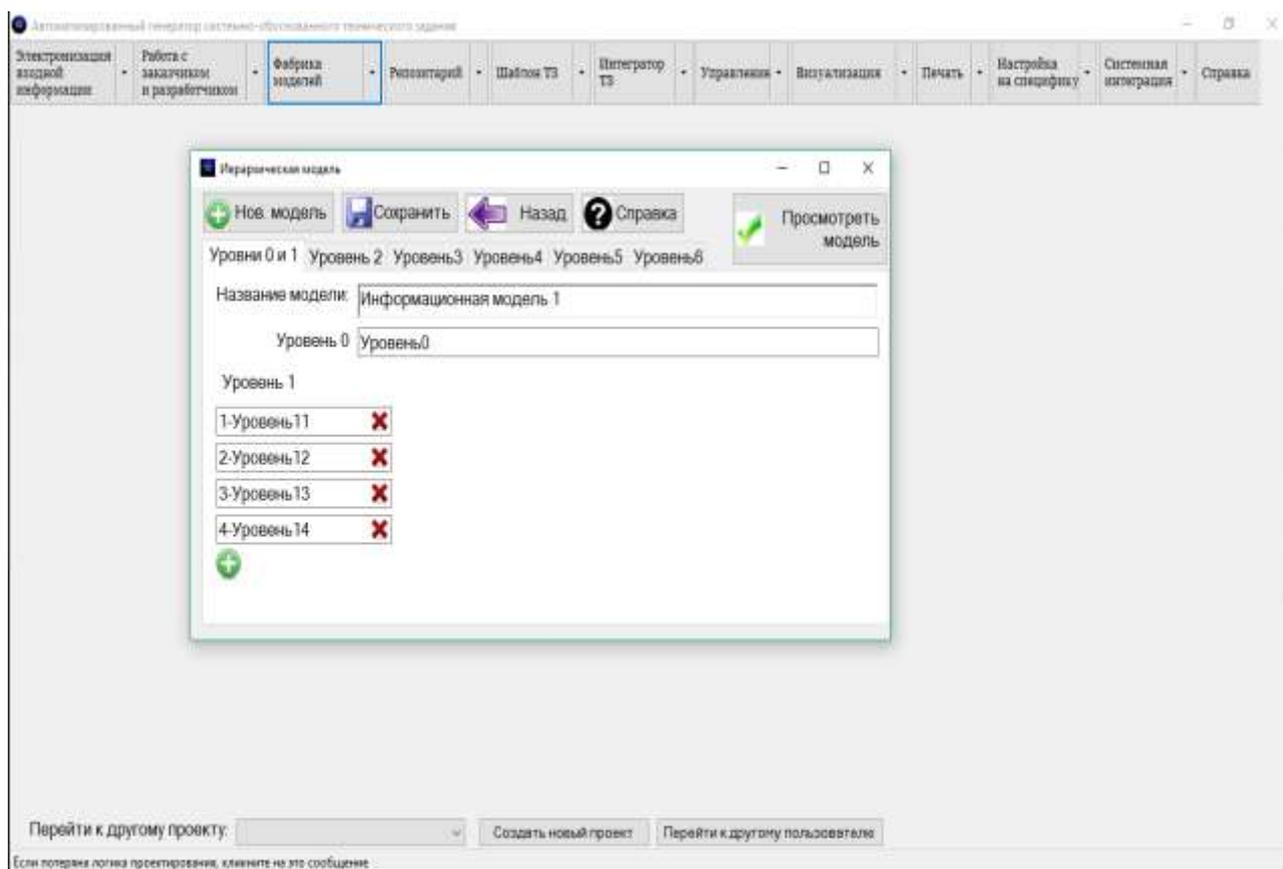


Рис. 6 – Пример экранной формы подсистемы работы с иерархическими моделями

Данная подсистема предназначена для работы с иерархическими моделями, а именно позволяет добавлять/редактировать/удалять вершины и уровни модели. На вход поступает информация от других подсистем. Есть возможность произвести визуализацию модели, представив её в более наглядном, древовидном виде. Результаты работы данной подсистемы хранятся в репозитории промежуточной информации и их можно легко использовать для работы с другими системами АГ СО ТЗ. Остальные модели, в том числе и других типов, будут храниться там же.

### **Подсистема «Работа с системно-структурными моделями»**

Подсистема «Работа с системно-структурными моделями» системы фабрики моделей представлена в виде структурной схемы, алгоритма работы и примера экранной формы.

*Структурная схема* работы со структурными моделями приведена в развитие [6] (см. рис. 7)

*Алгоритм функционирования* изображен на рис. 8. *Пример экранной формы*, отражающий работу подсистемы как программного средства, представлен на рис. 9.

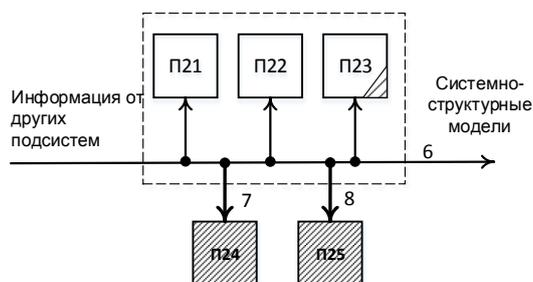


Рис. 7 – Системно-структурная модель работы с системно-структурными моделями по прототипу[6] и предлагаемому решению (выделено штриховкой) где модули прототипа П21 – работа с блоками прототипа, П22 – работа с новыми блоками, П23 – сохранение и печать модели, а также новые модули П24 – построение модели по текстовому описанию, П25 – получение справки по моделям, 6-8 интерфейсы.

На входе в подсистему: информация от других подсистем; на выходе: системно-структурные модели. Усовершенствованный модуль позволяет сохранять модели в репозитории в удобном виде для дальнейшего использования. Новые модули позволяют неопытным пользователям строить системно-структурные модели, описав их в виде текста. Кроме этого, если возникают трудности, можно получить справочную информацию по нужному типу модели.

В алгоритме подсистемы работы с системно-структурными моделями предлагается ввести новые модули построения по текстовому описанию (2.19) и просмотра справки по моделям (2.23), а также модернизировать модуль сохранения модели (2.17).

Алгоритм подсистемы работы с системно-структурными моделями организован последовательно в 2 цикла по блокам прототипа (2.5 и 2.9) и новым блокам (2.11 и 2.15). В них вызывается процедура заполнения и указания дополнительных свойств. После окончания циклов модель можно сохранить (2.17) в репозитории для дальнейшего использования, а также просмотреть в графическом виде.



Рис. 8 – Алгоритм работы подсистемы работы с системно-структурными моделями по прототипу [6] и предлагаемому решению (выделено штриховкой)

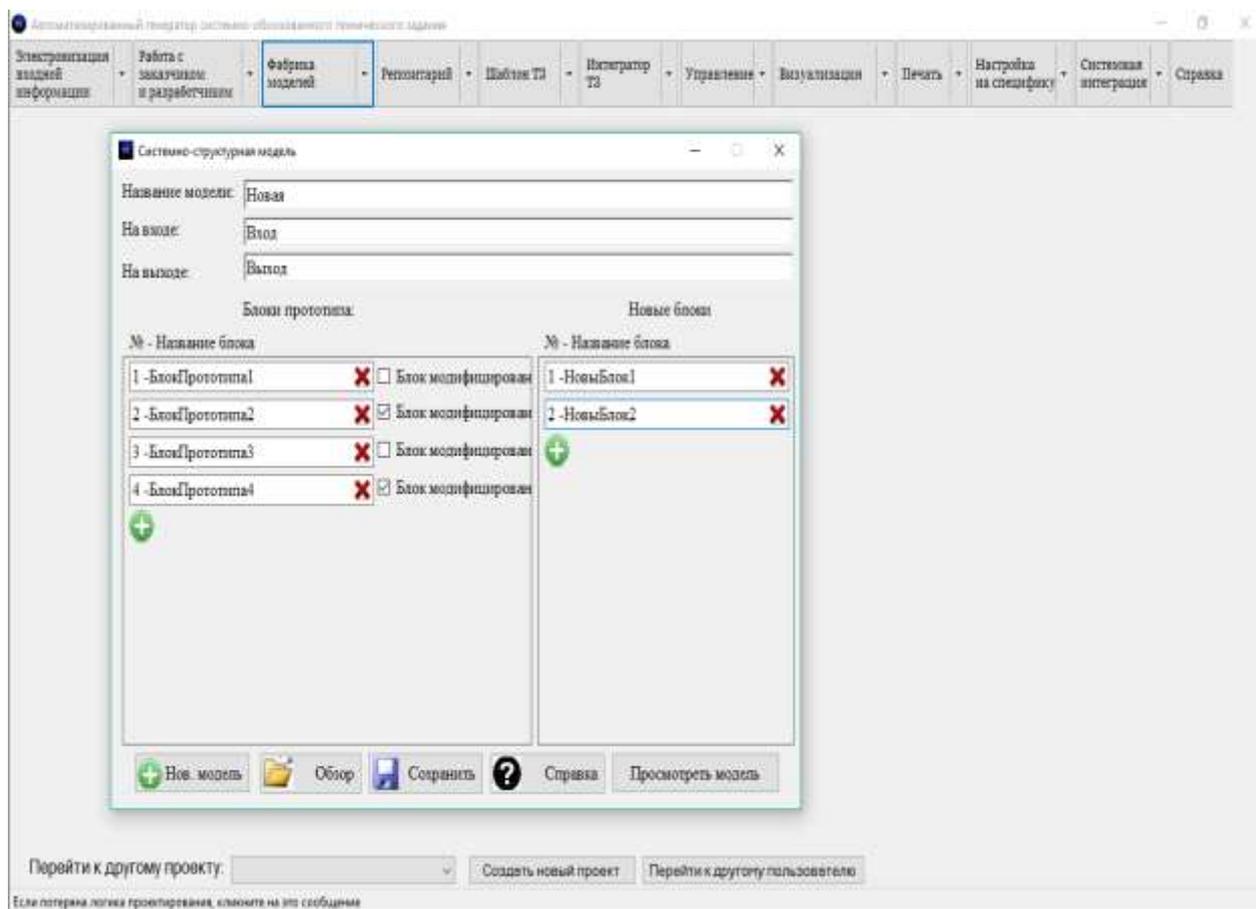


Рис. 9 – Пример экранной формы подсистемы работы с системно-структурными моделями

Данная подсистема предназначена для работы со структурными моделями. Можно добавлять/редактировать/удалять блоки прототипа и новые. На входе поступает информация от других подсистем. Для блоков прототипа можно указывать какие из них будут модифицированы. Затем можно просмотреть модель в графическом виде, более удобном для восприятия.

### **Подсистема «Работа с концептуальными моделями»**

Подсистема «Работа с концептуальными моделями» системы фабрики моделей представлена в виде структурной схемы, алгоритма работы и примера экранной формы.

*Структурная схема* работы с концептуальными моделями приведена в развитие [8] (см рис. 10).

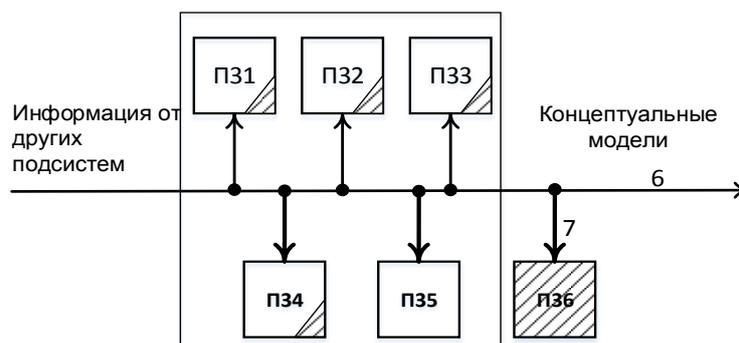


Рис. 10 – Системно-структурная модель работы с системно-структурными моделями по прототипу[6] и предлагаемому решению (выделено штриховкой) где модули прототипа П31 – работа с общей концептуальной моделью, П32 – работа с базово-уровневой концептуальной моделью, П33 – работа с модификационной концептуальной моделью, П34 – сохранение модели, П35 – составление текстового описания моделей, а также новый модуль П36 – получение справки по моделям, 6-7 – интерфейсы.

На входе в подсистему: информация от других подсистем; на выходе: концептуальные модели. Усовершенствованные модули позволяют быстрее и проще заполнять информацию по разным уровням модели за счет копирования информации от общей модели до модифицированной. А также сохранять модели в репозитории в удобном виде для дальнейшего использования. Новый модуль, если возникают трудности, поможет получить справочную информацию по нужному типу модели.

*Алгоритм функционирования* изображен на рис. 11.

*Пример экранной формы*, отражающий работу подсистемы как программного средства, представлен на рис. 12.

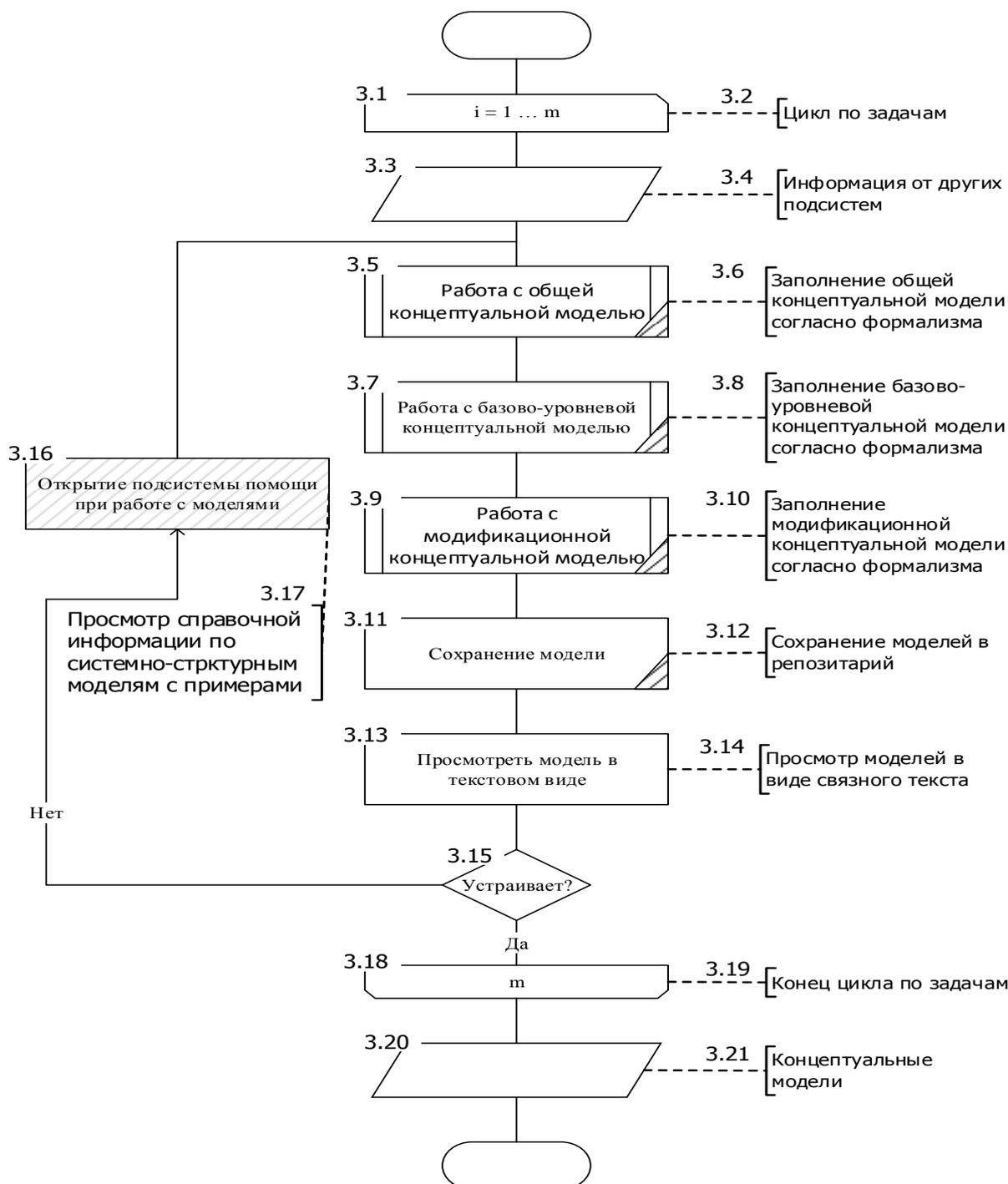


Рис. 12 – Алгоритм работы подсистемы работы с концептуальными моделями по прототипу [8] и предлагаемому решению (выделено штриховкой)

В алгоритме подсистемы работы с концептуальными предлагается ввести новый модуль просмотра справочной информации (3.16), а также модернизировать модули работы с общей концептуальной моделью (3.5), работы с базово-уровневой концептуальной моделью (3.7), работы с модификационной концептуальной моделью (3.9) и сохранение модели (3.11).

Алгоритм подсистемы работы с концептуальными моделями подразумевает последовательный вызов процедур: заполнение общей, базово-уровневой и

модификационной концептуальных моделей. Затем сохранение в репозитарий и просмотр в виде текста.

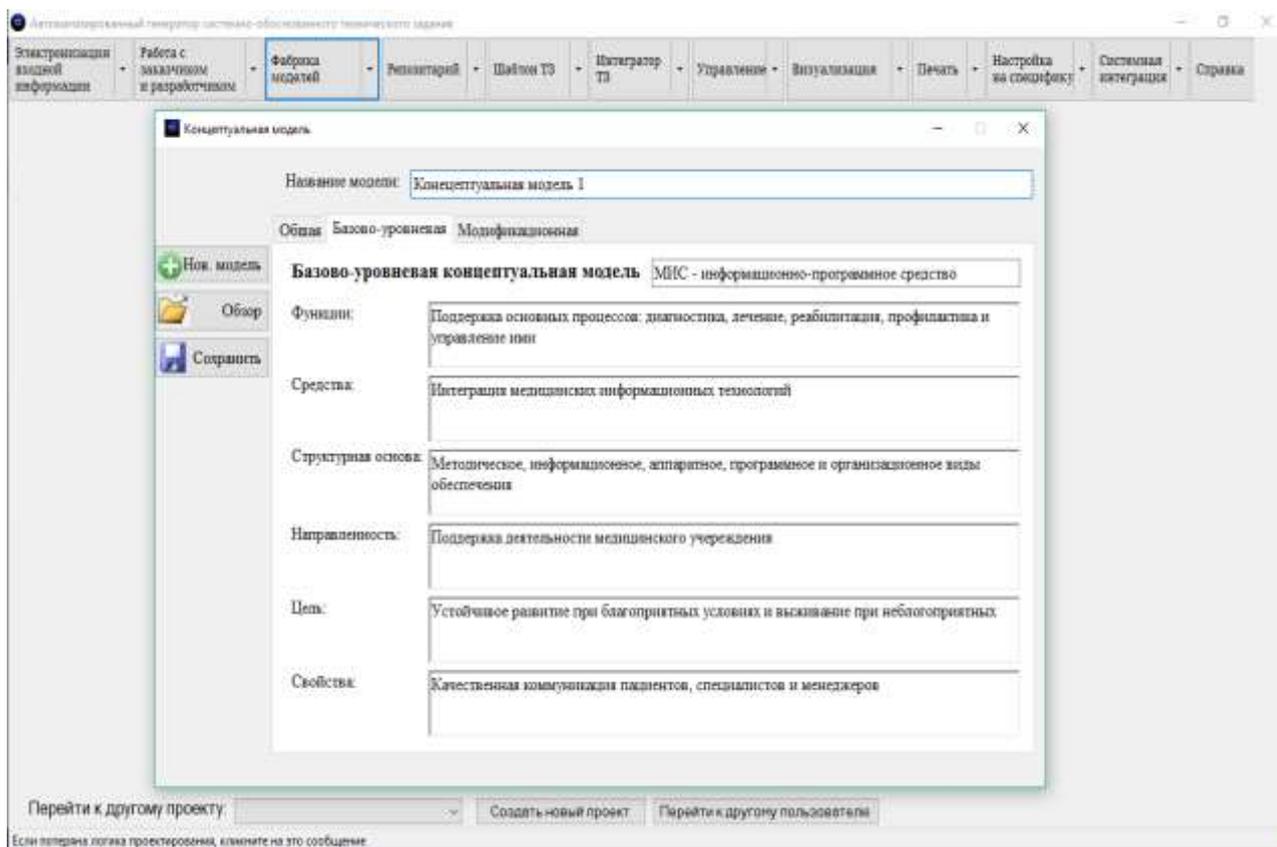


Рис. 11 – Пример экранной формы подсистемы работы с концептуальными моделями

Данная подсистема предназначена для работы с концептуальными моделями. На входе получаем информацию от других подсистем. Далее необходимо заполнить 3 вида модели по формализму [17]. Затем можно просмотреть модели в более удобном виде для лучшего восприятия.

### Подсистема «Помощь при работе с моделями»

Данная подсистема фабрики моделей представлена в виде структурной схемы, алгоритма работы и примера экранной формы.

Структурная схема работы со структурными моделями приведена в развитие [14,15] (см. рис. 13).

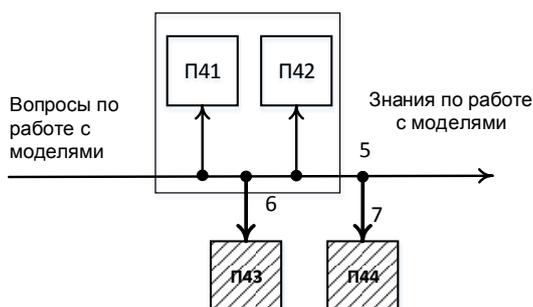


Рис. 13 – Системно-структурная модель помощи при работе с моделями по прототипу [1,2] и предлагаемому решению (выделено штриховкой)

где модули прототипа П41 – выбор типа модели, П42 – просмотр алгоритма работы, а также новые модули П43 – просмотр текстового описания модели, П44 – просмотр примера модели; 6-8 интерфейсы.

Новые модули позволяют получить описание выбранного типа модели и просмотреть эталонный пример.

Алгоритм функционирования изображен на рис. 14. Пример экранной формы, отражающий работу подсистемы как программного средства, представлен на рис. 15.

Алгоритм подразумевает последовательный вызов 4 процедур: выбора типа модели, просмотр алгоритма, просмотр текстового описания, просмотр примера.



Рис. 14 – Алгоритм работы подсистемы помощи при работе с моделями по прототипу [1,2] и предлагаемому решению (выделено штриховкой)

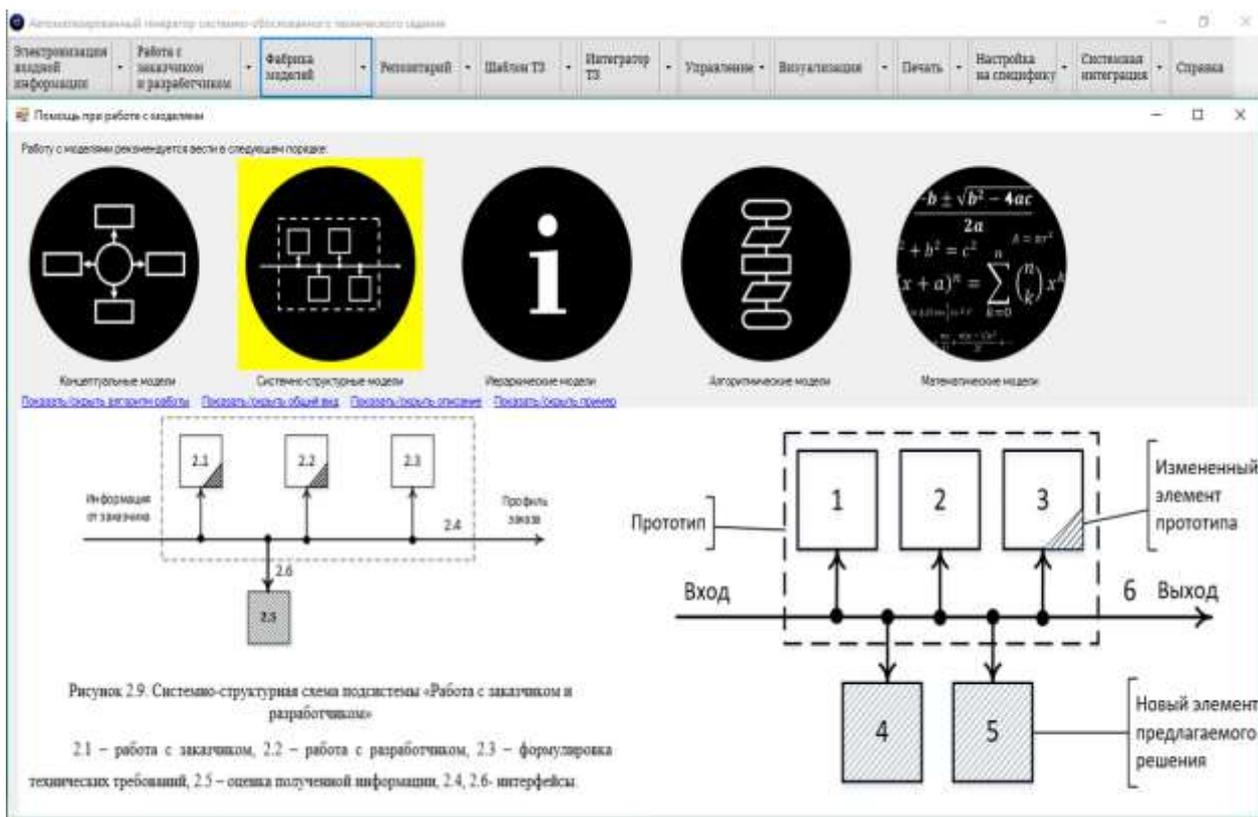


Рис. 15 – Пример экранной формы подсистемы помощи при работе с моделями

Данная подсистема предназначена для получения помощи при работе с моделями в АГ СО ТЗ. В случае затруднений пользователь может открыть данную подсистему и ознакомиться с текстовым описанием конкретного типа модели, то для чего она предназначена и какую информацию в себе несет. А также просмотреть примеры данных моделей.

### Результаты:

- разработаны структуры, алгоритмы функционирования и примеры экранных форм системы фабрики моделей;
- на основании разработанных моделей создана исследовательская версия программного обеспечения фабрики моделей.

### Вывод

Детально разработанная система фабрики моделей может быть использована как часть АГ СО ТЗ с целью упрощения работы пользователей, не имеющих специальных навыков моделирования, с различными видами моделей.

### Список литературы

1. Гольдштейн С.Л. О структуре автоматизированного генератора системно обоснованного технического задания на информационные системы / С.Л. Гольдштейн, Е.М. Грицюк // «Системы управления и информационные технологии», – 2012. - № 1. – с. 70-74;
2. Гольдштейн С.Л. О функционировании автоматизированного генератора системно обоснованного технического задания на медицинскую информационную систему / С.Л.

- Гольдштейн, Е.М. Грицюк, Д.А. Леонов // Электронный научный журнал «Системная интеграция в здравоохранении». – 2012. – № 1. – с. 20-32;
3. What Makes XMind Different? // XMind Ltd: [сайт]. URL: <http://www.xmind.net/features/> (дата обращения: 11.12.2016);
  4. ARIS COMMUNITY. How to use // SOFTWARE AG: [сайт]. URL: <http://www.ariscommunity.com/aris-express/how-to-use> (дата обращения: 11.12.2016);
  5. Tools, Templates and Resource to Draw Org Charts / Hierarchy Charts // Creately: [сайт]. URL: <https://creately.com/diagram-type/organization-chart> (дата обращения: 11.12.2016);
  6. Наглядная работа Microsoft Visio. Простые и удобные схемы // Microsoft Corporation: [сайт]. URL: <https://products.office.com/ru-ru/visio/flowchart-software> (дата обращения: 11.12.2016);
  7. Официальный сайт проекта Paint.NET. Особенности // Microsoft Corporation: [сайт]. URL: <http://paintnet.ru> (дата обращения: 11.12.2016);
  8. Word 2016. Продукты // Microsoft Corporation: [сайт]. URL: <https://products.office.com/ru-ru/word> (дата обращения: 11.12.2016);
  9. Apache OpenOffice. Узнайте больше // Apache Software Foundation: [сайт]. URL: <https://www.openoffice.org/ru/> (дата обращения: 11.12.2016);
  10. About Notepad++ // Notepad++ Contributors: [сайт]. URL: <https://notepad-plus-plus.org/> (дата обращения: 11.12.2016);
  11. Products. yEd Graph Editor // yWorks: [сайт]. URL: <https://www.yworks.com/products/yed> (дата обращения: 11.12.2016);
  12. Google charts. Interactive charts for browsers and mobile devices. Главная // Google Inc.: [сайт]. URL: <https://developers.google.com/chart/> (дата обращения: 11.12.2016);
  13. Программное обеспечение для инженерных расчетов/Mathcad // PTC Inc.: [сайт]. URL: <http://www.ptc.ru.com/engineering-math-software/mathcad> (дата обращения: 11.12.2016);
  14. About Wolframalpha // Wolfram Alpha LLC: [сайт]. URL: <https://www.wolframalpha.com/about.html> (дата обращения: 11.12.2016);
  15. Maple. New features // Waterloo Maple Inc.: [сайт]. URL: [http://www.maplesoft.com/products/maple/new\\_features/](http://www.maplesoft.com/products/maple/new_features/) (дата обращения: 11.12.2016);
  16. MATHLab. Overview // The MathWorks, Inc.: [сайт]. URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html> (дата обращения: 11.12.2016);
  17. Гольдштейн С.Л. Системная интеграция бизнеса, интеллекта, компьютера. – Екатеринбург: Ид “Пироговъ”, 2006. – 392с.

---

Грицюк Елена Михайловна, - д.м.н., врач-эпидемиолог ГБУЗ СО ДКБВЛ НИЦ «Бонум», 620149, Екатеринбург, ул. Бардина, 9а, тел: (343)240-42-68 [bonum@bonum.info](mailto:bonum@bonum.info)