

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

Кафедра теоретической физики и компьютерных технологий

## КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

### ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА МЕТАСИСТЕМЫ НА УРОВНЕ ПОРОЖДАЮЩИХ СИСТЕМ

Работу выполнила Алла Михайловна Снопкова Алла Михайловна

Курс 2

Направление 09.03.02 Информационные системы и технологии

Научный руководитель  
д-р. ф.-м. н., профессор Е. Н. Тумаев Е. Н. Тумаев

Нормоконтролер инженер Г. Д. Цой Г. Д. Цой

Краснодар 2017

## РЕФЕРАТ

Курсовой проект 22 с., 5 рис., 5 источников

### СИСТЕМОЛОГИЯ, ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Объектом разработки этого курсового проекта является информационно-логическая схема метасистемы на уровне порождающих систем.

Целью проекта является создание модуля принятия надежного решения посредством метасистемы на уровне порождающих систем.

В результате выполнения данного курсового проекта была составлена информационно-логическая схема метасистемы на уровне порождающих систем, которая может быть применима во всех областях науки, где потребуется провести точный анализ исследований.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1 Основные понятия о системе.....	5
1.1 Понятие о системе, метасистеме и системологии .....	5
1.2 Иерархия уровней системы .....	8
1.2.1 Исходные системы.....	11
1.2.2 Системы данных .....	13
1.2.3 Порождающие системы .....	14
2 Схема модулей и взаимодействие между ними.....	18
Заключение .....	21
Список использованных источников .....	22

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной темы заключается в том, что в настоящее время нет надежных методов принятия решений исследования в разных областях науки. Поэтому, необходимо разработать конкретный метод научного прогнозирования решений проведенных исследований с помощью универсального решателя системных задач.

Цель этого проекта заключается в разработке модуля принятия надежного решения посредством метасистемы на уровне порождающих систем.

Для осуществления данной цели служат следующие задачи:

- произвести обзор исследований в области системологии;
- составить информационно-логическую схему метасистемы на уровне порождающих систем.

Область исследования — системология Джорджа Клира.

Объект исследования — метасистема на уровне порождающих систем.

Теоретической основой для исследования послужили научные труды американского профессора Джорджа Клира, опубликованные в книге «Системология. Автоматизация решения системных задач», публикации и научно-исследовательские работы Гусева А. А., Сительниковой Т. И., Швецово́й Ната́лии Анато́льевны и других.

## **1 Основные понятия о системе**

### **1.1 Понятие о системе, метасистеме и системологии**

Перед осуществлением реализации схемы модулей и их взаимодействие друг с другом, приведем основные понятия системологии Клира.

Итак, системология — это научное направление, разрабатываемое Джорджем Клиром, профессором Центра Интеллектуальных Систем Университета Штата Нью-Йорк, США, которое рассматривает обширное поле системных задач, среди которых имеются информационные, реляционные и структурные задачи [1]. Системология исследует классы систем с установленными типами взаимоотношений. Свойства данных взаимоотношений и есть основной предмет системологии.

Так как системология является наукой о системах, тогда отсюда следует три главных компонента:

- область исследования;
- комплекс знаний данной области исследования;
- методологию, то есть объединение согласованных методов.

Рассмотрим само понятие «системы». Система — это сложный объект, состоящий из множества взаимосвязанных элементов и действующий как единое целое. В данном контексте термин «взаимосвязь» включает в себя ряд родственных слов, как структура, отношение, зависимость и так далее [2].

Под функцией системы будем иметь в виду комплекс действий системы, направленных на достижение установленной частной цели управления.

Примером может служить системный блок персонального компьютера, который изображен на рисунке 1. Где сам системный блок представляет собой систему, то есть сложный объект, состоящий из элементов, такие как материнская плата, винчестер, видео и звуковую карту, корпус и так далее, которые непременно взаимосвязаны между собой и обеспечивает человеку работу на персональном компьютере.

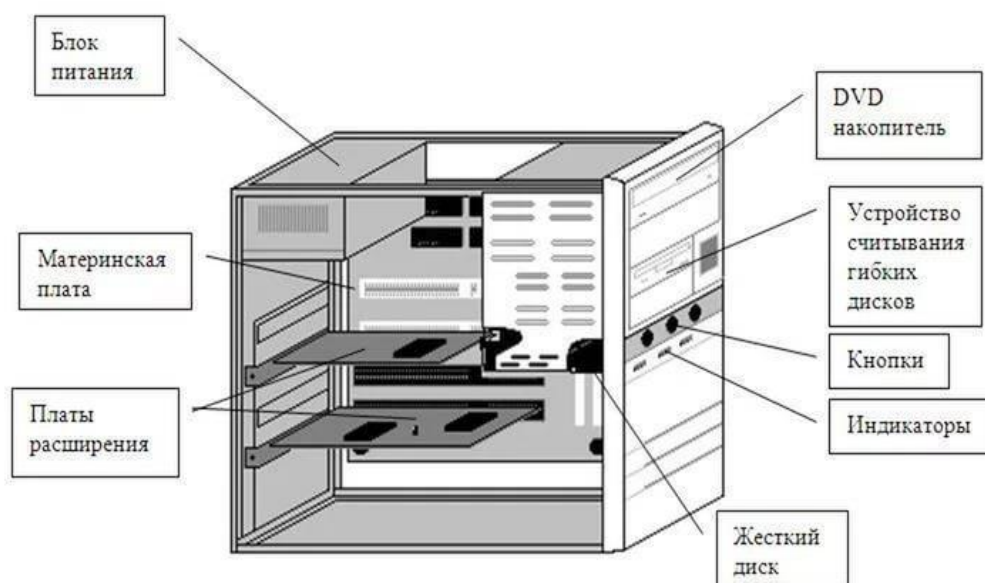
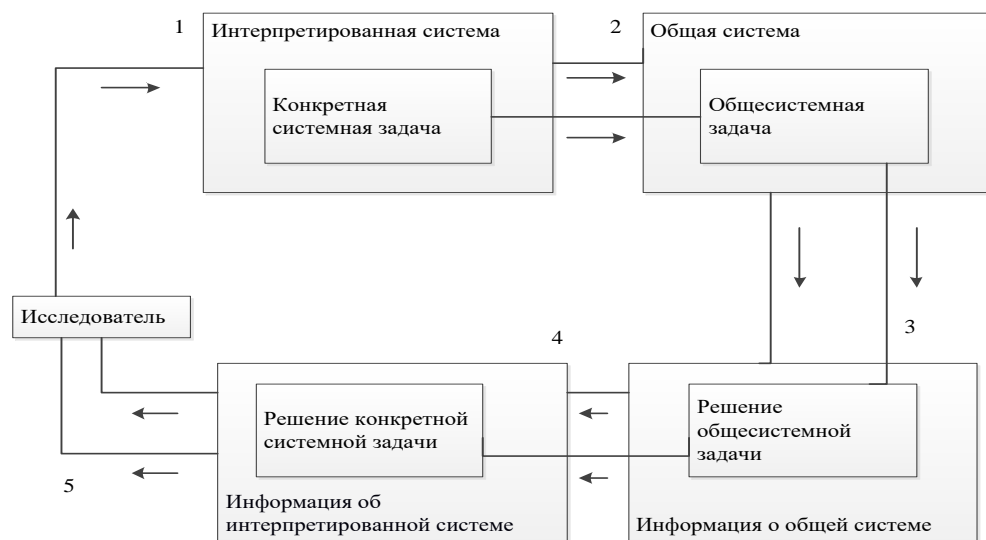


Рисунок 1 - Схема системного блока компьютера

В системологии Клира существует термин «универсальный решатель системных задач». Он предусматривает концептуальную схему, в которой типы системных задач определены совместно с методами решения задач данных типов. Где для большого количества подзадач связанных с проектированием, оценкой производительности и другими подобными задачами, возможно создание тонких методов решения в понятиях соответствующих систем, то есть, не связан с контекстом исходных задач и повышает их эффективность [2].

Схема решателя появляется на основе строгой системы абстракций вследствие формирования структурных общих системных понятий. Идея универсального решателя системных задач схематически показана на рисунке 2 [3].

Кроме того примем во внимание понятие метасистемы. Метасистема — это обширная система, состоящая из исследуемой системы как составной части. Среди компонентов свободной системы и среди разных систем имеются взаимосвязи, с помощью которых они взаимодействуют между собой.



1-выявление системных аспектов и формулировка конкретной задачи предметной области в виде системной задачи на языке универсального решателя системных задач; 2- абстрагирование (переход от интерпретированной системы к общей системе и от конкретной системной задачи к общесистемной задаче); 3 - решение общесистемной задачи; 4 - интерпретация полученного решения в терминах конкретной системной задачи; 5 - предметная экспертиза (вклад в развитие представлений исследователя о предметной области)

Рисунок 2 - Схема универсального решателя системных задач

В системологии Клира термин «метасистема», включает в себя следующие три главных смысла:

- метасистема может быть определена тогда и только тогда, когда уже определены другие типы систем;
- эта система показывает изменение, то есть замену одной системы другой;

- она выше отдельных систем — процесс замены делает ее чем-то большим, чем комплекс отдельных процессов [2].

В качестве примера метасистемы Клир рассматривает интегрированную систему с данными (уровня 1) работу светофора [2]:

- в обычные часы;
- ночью;
- в час-пик.

В метасистемах можно наблюдать не только отражение динамики, но представление структур статических отношений «род-вид» [4].

Для формального определения метасистемы разберем такую метасистему, элементами которых являются нейтральные системы с поведением (метасистема  $MF_b$ ). Любая метасистема данного вида может быть определена формулой (1).

$$MF_b = (W, F_b, r), \quad (1)$$

где  $W$ -параметрическое множество;

$F_b$  – множество нейтральных систем с поведением, чьи параметрические множества являются подмножествами  $W$ ;

$r$  – процедура замены, реализующая функцию вида (2)

$$r: W \rightarrow F_b. \quad (2)$$

Таким образом, системология Клира представляет очень стройное и последовательное изложение методов решения системных задач любой сложности с целью их дальнейшего моделирования на ЭВМ.

## 1.2 Иерархия уровней системы

Системы, с которыми пользуется универсальный решатель системных задач, которые устроены в иерархию эпистемологических уровней. В этой иерархии имеются некоторые элементарные понятия: исследователь или



наблюдатель и его область, исследуемый (наблюдаемый) объект и взаимодействие между этим исследователем (наблюдателем) и объектом [2].

В системологии Клира в виде эпистемологических уровней являются объемные классы систем. Множество уровней системы представляют собой решетку, узлы решетки которой являются классы эквивалентности общих систем, владеющих важными методологическими отличиями. Каждый класс эквивалентности — это обусловленный тип общих систем. Иерархия эпистемологических уровней создает таксономию систем, которая изображена на рисунке 3.

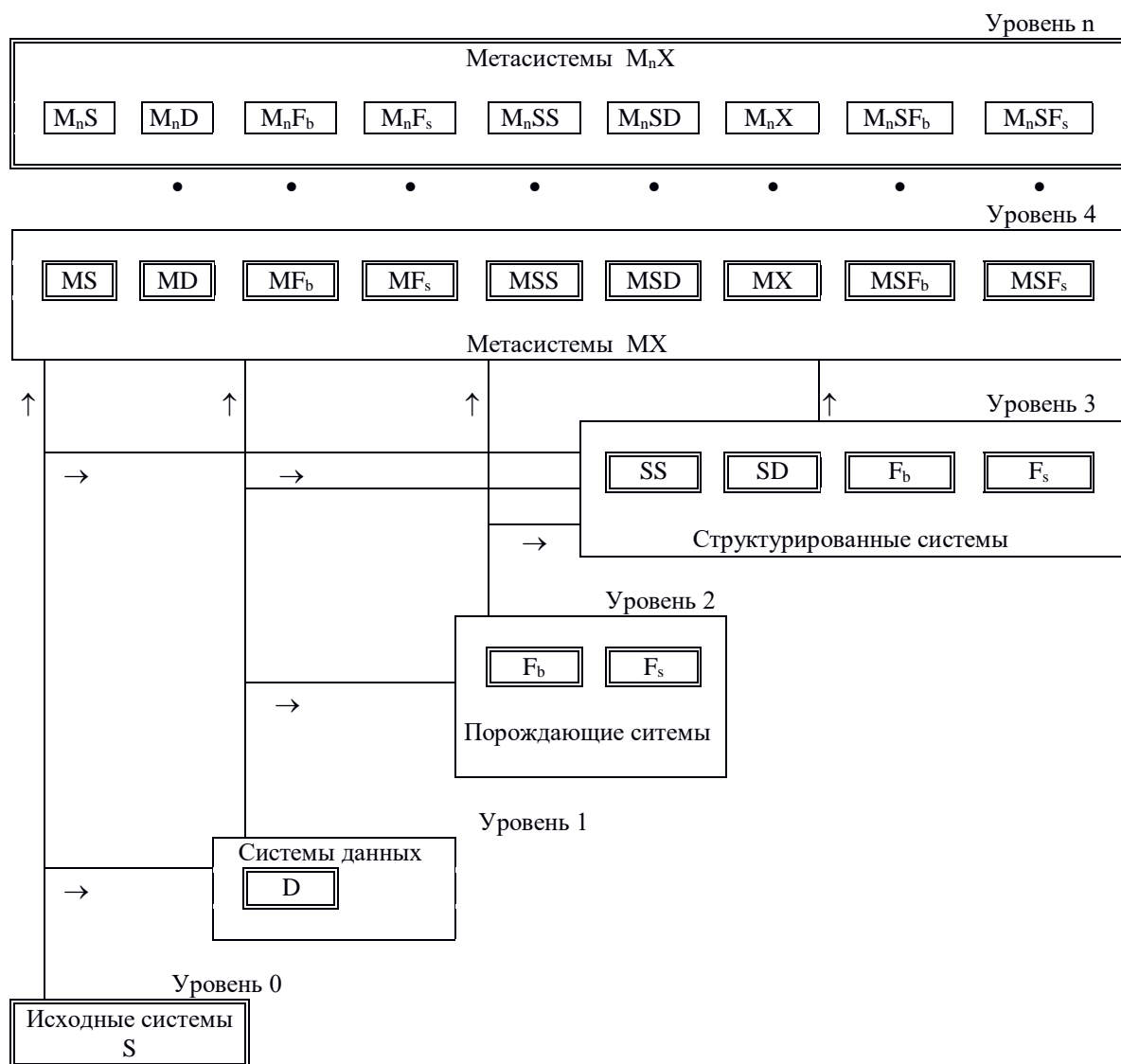


Рисунок 3 - Эпистемологические уровни систем

Самый низкий уровень данной иерархии являются исходные системы, и обозначается как уровень 0 или латинской буквой S. На этом уровне исходные системы устанавливаются через множество переменных, изображающих свойства объекта, и множества потенциальных состояний, выделяемых для каждой переменной. В этом случае под объектом понимается совокупность всех характеризующих его качеств.

При этом системы, в которых уже установлены и разделены переменные на входные и выходные являются направленными, а в которых такое условие не задано, называется нейтральные.

Следующим уровнем данной иерархии выступают системы данных, носит условное обозначение, как уровень 1 или буквой D. Данные можно получить из наблюдений с помощью измерений или в результате сбора каких-нибудь желаемых потенциальных событий или состояний.

Далее рассмотрим уровень 2 - порождающие системы. Они обозначаются буквами  $F_b$  или  $F_s$ . Где индекс  $b$  — система с поведением, а индекс  $s$  — система с изменяющимися состояниями. Системы данного класса являются системы данных, имеющие параметрические инвариантные ограничения, благодаря которым состояние переменной порождаются при изменении их параметров и выборе граничных условий.

Далее идут структурированные системы, условно обозначается как уровень 3 или набором латинских букв SS, SD,  $F_b$  и  $F_s$ , так как данный класс состоит из систем 2-, 1-, 0- уровней. Эти уровни, входящие в структурированную систему, называют подсистемами всей общей системы. Все уровни данной системы могут соединяться только в том случае, когда они имеют некоторые общие переменные.

Следующий ряд уровней данной иерархии идут метасистемы, которые обозначаются 4, 5, ..., n уровнями или совокупностью двух букв MX, где X — условное обозначение классов систем уровня 3 и ниже. Каждый такой класс возникает на базе систем (метасистем) более нижележащих уровней,

характерными инвариантными метасвойствами (правилами, отношениями, процедурами и так далее).

В данном проекте будем затрагивать классы систем 0-, 1-, 2-эпистемологических уровней и метасистемы. Рассмотрим данные уровни более детально.

### **1.2.1 Исходные системы**

Если говорить доступным языком, то исходные системы — это схема, по которой могут быть сделаны исследования отобранных признаков.

Как мы описывали ранее, что исходные системы устанавливаются через множества переменных, определяющих все свойства какого-либо объекта. Приведем следующие объяснения, что именно в данном контексте подразумевают под понятием объект.

В системологии Клира под объектом чаще всего понимают часть мира, представляющее как единое целое в течение значительного отрезка времени. По данному определению существует два типа объектов:

- материальные объекты, которые в свою очередь делятся на естественные объекты (например, группа людей, кусок земли, стадо волков или луна) и также созданные человеком (к примеру, железнодорожный транспорт, университет, торговый центр или поликлиника);

- абстрактные объекты, которые обычно образуются человеком. Например, стихотворение, история, музыка или любая статья из Уголовного кодекса Российской Федерации. Хотя некоторые объекты нельзя назвать абстрактными, во всяком случае, до некоторой степени, примером данного факта может служить русский язык или любой другой современный язык.

В данном случае исходная система будет рассматриваться не как материальный предмет, а как абстрагирование (отображение) некоторых

свойств объекта. Следуя из данного факта термин «переменная» используется для определения абстрактного образа свойства.

Далее разберем, какие именно аспекты подразумевается под термином «свойство» в данном контексте. Любое значимое свойство, на самом деле используемое для выявления отличий в исследовании одного и того же свойства, называют базой.

Базой могут являться следующие положения:

- время — в данном случае разные наблюдения одного свойства различаются друг от друга тем, что они были получены в разные моменты времени;

- пространство — в некоторых случаях разные исследования одного и того же свойства, которые были определены в одно и то же время, могут различаться от положения в любой точке пространства;

- группа, то есть многочисленные исследования одного и того же свойства могут отличаться между собой по индивидам некоторой группы, на которой установлено это свойство.

Правильно выбранные базы должны удовлетворять следующим требованиям:

- а) базы должны быть применимы по всем свойствам системы, для которой они определены;

- б) базы должны отвечать функции, для которой определена данная система;

- в) исследование всех свойств системы должны однозначно определяться базами системы, то есть компонент базового множества устанавливает одно и только одно проявление любого из данных свойств.

Таким образом, можно считать, что исходная система — это система, которая с одной стороны, к примеру, для научных наблюдений или исследований она является источником эмпирических данных, то есть источником воссозданных универсальным решателем системных задач абстрактных концепций явлений реального мира. Но с другой стороны,

например, для работы инженерного проектирования, она представляется, как источником интерпретаций абстрактных данных, которые могут быть заданы пользователем или выведен универсальным решателем системных задач [2].

### 1.2.2 Системы данных

Как было отмечено ранее, что исходная система — это некая схема, по которой могут быть установлены исследования отображенных свойств. Если канал исследования является четким, то любое существенное исследование передается в виде упорядоченной пары, складывающийся из значения полного параметра, где параметр — это операционное представление базы, при котором было разработано лишь одно исследование, и зарегистрированного полного состояния переменных, где переменная — это операционное представление свойств. Так как при одном значении параметра, возможно, воспроизвести только одно исследование, множество этих упорядоченных пар является функцией, показывающей полное параметрическое множество в полном множестве состояний. Эта функция и есть данные или четкие данные.

У универсального решателя системных задач допускается, что данные представляются, как обобщенные параметры и переменные. Отсюда следует, что при определении понятия данных ограничимся анализом только обобщенной направляющей системы.

Когда направляющая система отображает лишь потенциальные состояния переменных, то четкие данные дают информацию об их реальных состояниях при неограниченном параметрическом множестве. Тогда четкие данные в взаимодействии с направляющей системой можно проанализировать как систему более высокого эпистемологического уровня (уровень 1). Данная система носит название система данных. Формула этой системы имеет вид:

$$S = (O, \dot{I}, I, Q, E), \quad (3)$$

где  $O$  – совокупность отдельных объектов;

$\dot{I}$  – конкретное преобразование;

I – отказ от семантики;

Q – полный канал наблюдений;

E – канал абстрагирования [2].

Таким образом, система данных представляют собой матрицы значений соответствующих свойствам параметров. Данные значения могут быть получены тремя путями:

- в результате наблюдений (исследований) [4];
- они могут быть выведены из систем более высоких уровней и найдены с помощью методов;
- эти матрицы могут, определены проектировщиком какой-либо системы.

### 1.2.3 Порождающие системы

Для всякого обширного эмпирического исследования нужны три следующих условия:

- должен быть установлен объект исследования;
- должна быть понятна цель исследования;
- должны быть заданы ограничения, в которых происходит данное исследование.

Рассмотрим основные этапы данного исследования, который изображен на рисунке 4:

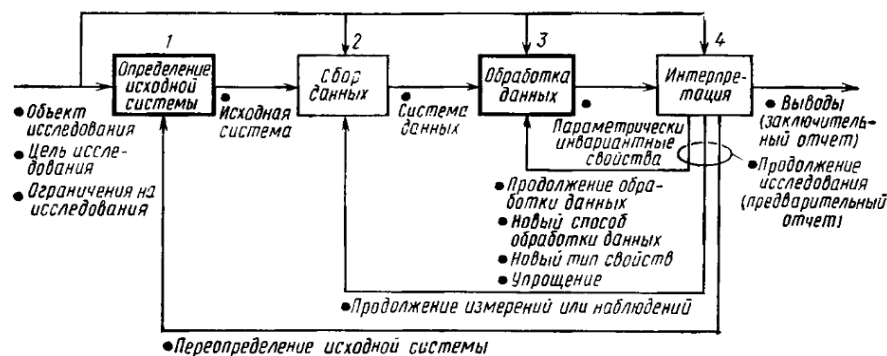


Рисунок 4 - Основные этапы эмпирических исследований

а) назначение исходной системы на подходящем объекте;  
б) сбор данных, в результате которой образуется системы данных;  
в) обработка данных, целью которой является определение инвариантность свойств переменных;

г) интерпретация, с учетом установленной ранее целью исследования, то есть, если такая система является огромной, то необходимо уменьшить сложность данной системы;

д) по желанию, исследователь имеет право на повторный сбор данных, которые необходимо обработать так же, как и первоначальные полученные данные;

е) подведение итогов исследования.

Отметим то, что универсальному решателю системных задач необходимо знать, как работать со всеми задачами, связанных с этапом обработки данных. Отсюда следует, что он должен иметь следующие возможности:

- вывода из указанных данных параметрических инвариантных свойств необходимых типов;

- сопоставление полученных и устранение тех систем, в свойствах которых нет значимых признаков для пользователя;

- упрощение системы самых разных типов согласно с указанными признаками упрощения самим пользователем.

Все эти три умения универсального решателя системных задач рассматриваются, как более высоким эпистемологическим уровнем, который стоит следующим после уровня систем данных. Этому уровню присвоено название порождающие системы и имеет условное обозначение — уровень 2. В данном уровне параметрические инвариантные свойства имеют вид непосредственного описания совместного ограничения, который согласован с используемыми переменными.

Для общего представления об порождающих системах, перейдем к термину «поведение». Понятие «поведение» служит для получения

характеристики общего параметрического инвариантного ограничения переменные направляющей системы и на дополнительные абстрактные переменные. Дополнительные переменные устанавливаются с помощью правил сдвига.

Система с поведением определяется функцией (4)

$$F_b = (I, M, f_b), \quad (4)$$

где  $M$  — маска, определенная на интервале  $I$ ;

$f_b$  - функция поведения, определенная через  $M$  и  $I$  (5)

$$f_b: C \rightarrow \{0, 1\}, \quad (5)$$

где  $C$  — декартова произведение.

Маска — это соседство на упорядоченном параметрическом множестве.

Для порождающих систем используются маски порождения (6)

$$M_o = (M, M_g, M_{\hat{g}}), \quad (6)$$

где  $M_g$  и  $M_{\hat{g}}$  - подмаски маски  $M$ ,

$$M_g, M_{\hat{g}} \subset M,$$

$$M_g \vee M_{\hat{g}} = M,$$

$$M_g \wedge M_{\hat{g}} = \emptyset.$$

Отсюда порождающая система с поведением имеет вид (7)

$$F_{ob} = (I, M_o, f_{ob}). \quad (7)$$

Несмотря на то, что системы с поведением хорошо описывают полное ограничение на исследуемые переменные, существуют и другая форма данного ограничения. Такой формой является отношением изменения состояния. Данное отношение указывается не на отдельных состояниях, а на последовательных парах состояний. Порождающие системы, в которых они регулируют, называются системами с изменяющимися состояниями. Функция системы с изменяющимся состоянием имеет вид (8)

$$F_s = (I, M, f_s), \quad (8)$$

где  $f_s$  — функция с изменяющимся состоянием имеет вид (9)

$$f_s: C^2 \rightarrow [0, 1]. \quad (9)$$



Следовательно, порождающей системой с изменяющимся состоянием является функция (10)

$$F_{os} = (I, M_o, f_{os}), \quad (10)$$

где  $f_{os}$  — функция с порождающим изменяющимся состоянием [2] имеет следующий вид (11)

$$f_{os}: C^2 \rightarrow [0, 1]. \quad (11)$$

Порождающие системы на каком-либо этапе обработки необходимо упрощать. Для того чтобы их грамотно упростить существуют два основных метода упрощения систем данных одновременно с соответствующими порождающими системами:

- упрощение за счет исключения некоторых переменных из соответствующей подобной системы;
- упрощение за счет установление классов эквивалентности состояний некоторых переменных.

Таким образом, порождающая система — это система, основной функцией которой является осуществимость порождения информации о поведении или структуре моделируемого объекта с изменяющим состоянием. Данные системы имеют свойства упрощения для оптимизации работы пользователя.

## 2 Схема модулей и взаимодействие между ними

Как уже было упомянуто ранее о том, что в данный момент практически нет надежных, точнее, оптимальных методов принятия решений. Для этого далее будет продемонстрирована разработанная в данном проекте обширная блок-схема действия, которая наиболее четко определит необходимые решения исследований, проводимым пользователем, с помощью метасистемы на уровне порождающих систем, то есть системы вида MF.

Данная схема изображена на рисунке 5. Рассмотрим более детально этапы взаимодействия этой схемы.

Шаг 1. На вход подается несколько порождающих систем (с количеством  $1 \dots n$ ).

Шаг 2. Данные порождающие системы решаются методом метасистем и получаем метасистему на уровне порождающих систем MF.

Шаг 3. Производится анализ исследований, которые были получены с помощью порождающих систем.

Шаг 4. Получаем предварительный отчет. Если это решение не соответствует нашему требованию, то необходимо вернуться на один из предыдущих этапов данного исследования. Если же данное решение все-таки является необходимым для исследователя, то производится заключительный этап, где происходит вывод итогового отчета.

Так как полученное решение, как было сказано ранее, имеет свойство не соответствовать требованиям исследователя, то ему необходимо вернуться на предыдущие этапы исследования. Согласно разработанной схеме, следует то, что:

- исследователь может вернуться на этап анализа данных. Там уже будет произведен повторный и тщательный анализ исследований;
- если тщательный анализ не помог в получении необходимого решения, то он может выбрать этап образования метасистемы, который преобразует эту метасистему;

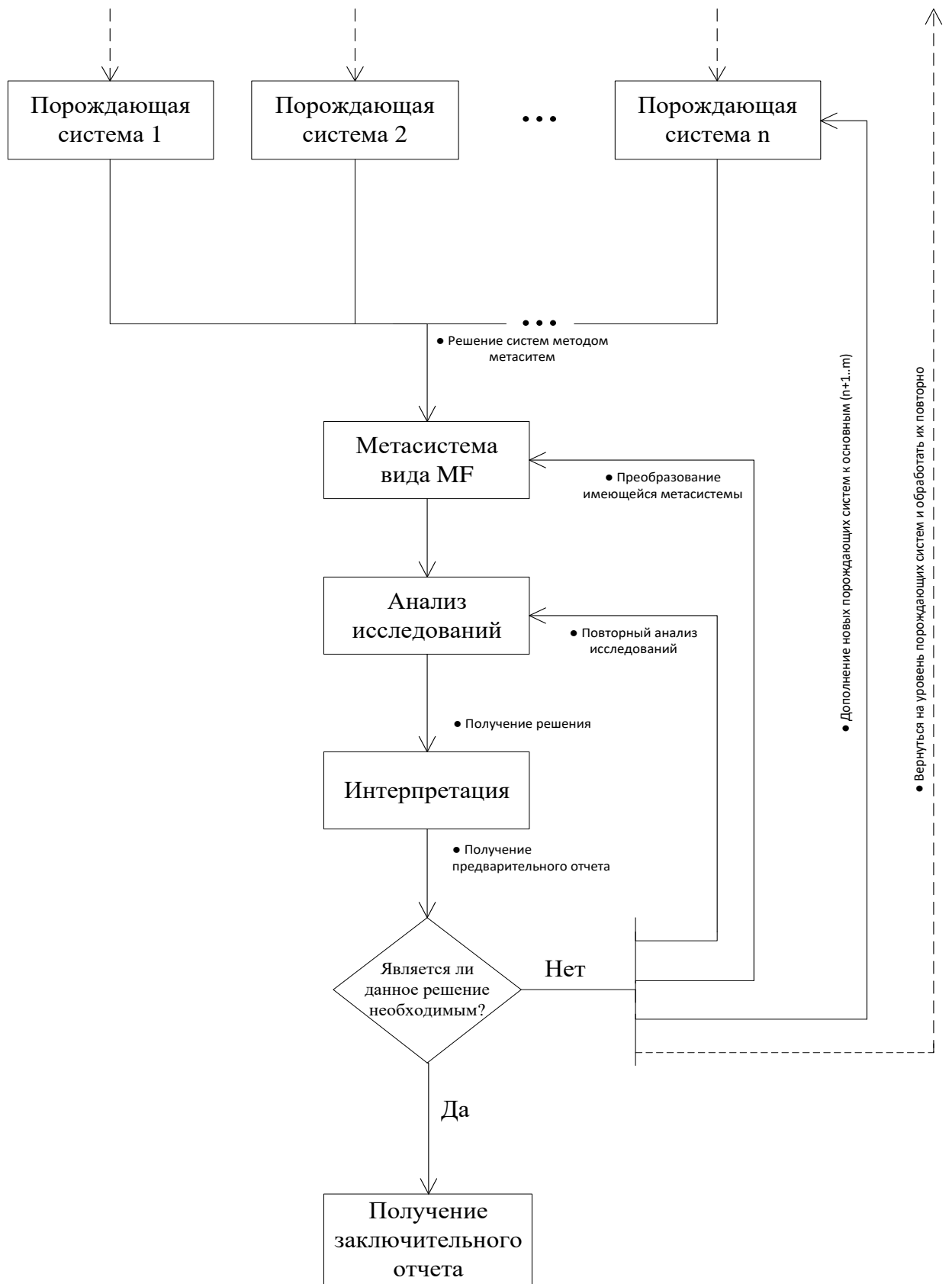


Рисунок 5 - Информационно-логическая схема метасистемы на уровне порождающих систем

- если же предыдущий этап также не смог найти данное решение, то исследователь может задать дополнительные порождающие системы (в количестве  $n+1 \dots m$ );

- если все выше перечисленные этапы не достаточны для получения необходимого решения, то исследователь имеет право перейти на уровни порождающих систем (на рисунке 4), где в свою очередь он обработает данные системы, поменяв либо систему данных, либо исходную систему или вовсе поменяет объект, цель и ограничения их исследований.

Таким образом, все вы рассмотренные этапы исследования из данной разработанной схемы должны не только помочь исследователю найти наиболее вероятностный результат исследовательской работы, но и помочь в самом исследовании.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основные результаты данного курсового проекта состоят в следующем:

1 Произведен подробный обзор в области системологии. Именно здесь более детально были разобраны система и ее иерархия эпистемологических уровней, на основе которых была выполнена практическая часть этого проекта.

2 Разработана информационно-логическая схема метасистемы на уровне порождающих систем, целью которой является, как и помощь, исследователю в получении необходимого решения в исследовательской работе, так и в самом исследовании. Данная схема может быть применима во всех областях науки, где потребуется произвести точный анализ исследований.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Гусев А. А. Реализация некоторых методов системологии в компьютерной поддержке принятия управленческих / А. А. Гусев // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – №103(09) – С. 350-368.

2 Клир Дж. Системлогия. Автоматизация решений системных задач / Дж. Клир. – М.: Радио и связь, 1990. — 540 с.

3 Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Материалы курса: Системный анализ и принятие решений [Электронный ресурс] / Т. Л. Качанова, Б. Ф. Фомин. – (Рус.). — СПб.: Политехника, 2002. — URL: <http://loge.narod.ru/sa/index.htm> [26 февраля 2017]

4 Валькман Ю. Р., Степашко П. В. Об онтологии интеллектуального моделирования / Ю. Р. Валькман, П. В. Степашко // Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины: конференция OSTIS, 18-20 фев. 2016 г. — Киев, 2016. — С. 165-170.

5 Швецова Н. А., Синельникова Т. И. Методы системологии в системе поддержки принятия решений / Н. А. Швецова, Т. И. Синельникова // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11 (часть 1) – С. 136-137.