

Методика реинжиниринга бизнес-процессов на основе интеграции методов структурного анализа, экспертных систем и формальных грамматик ①

Цель работы Целью работы является разработка методики реинжиниринга бизнес-процессов на основе интеграции методов структурного анализа, экспертных систем и формальных грамматик.

Назначение Методика предназначена для аналитиков и предметных экспертов, перед которыми стоит задача описания и реинжиниринга бизнес-процессов, с целью успешного и эффективного внедрения корпоративной информационной системы.

- Задачи**
- 1 Анализ подходов реинжиниринга и моделей описания бизнес-процессов.
 - 2 Разработка модели формального описания бизнес-процессов.
 - 3 Разработка методики реинжиниринга бизнес-процессов.
 - 4 Разработка программного комплекса поддержки предложенной методики.
 - 5 Апробация и оценка эффективности предложенной методики в банковской сфере.

Процесс внедрения



Сравнение подходов к реинжинирингу

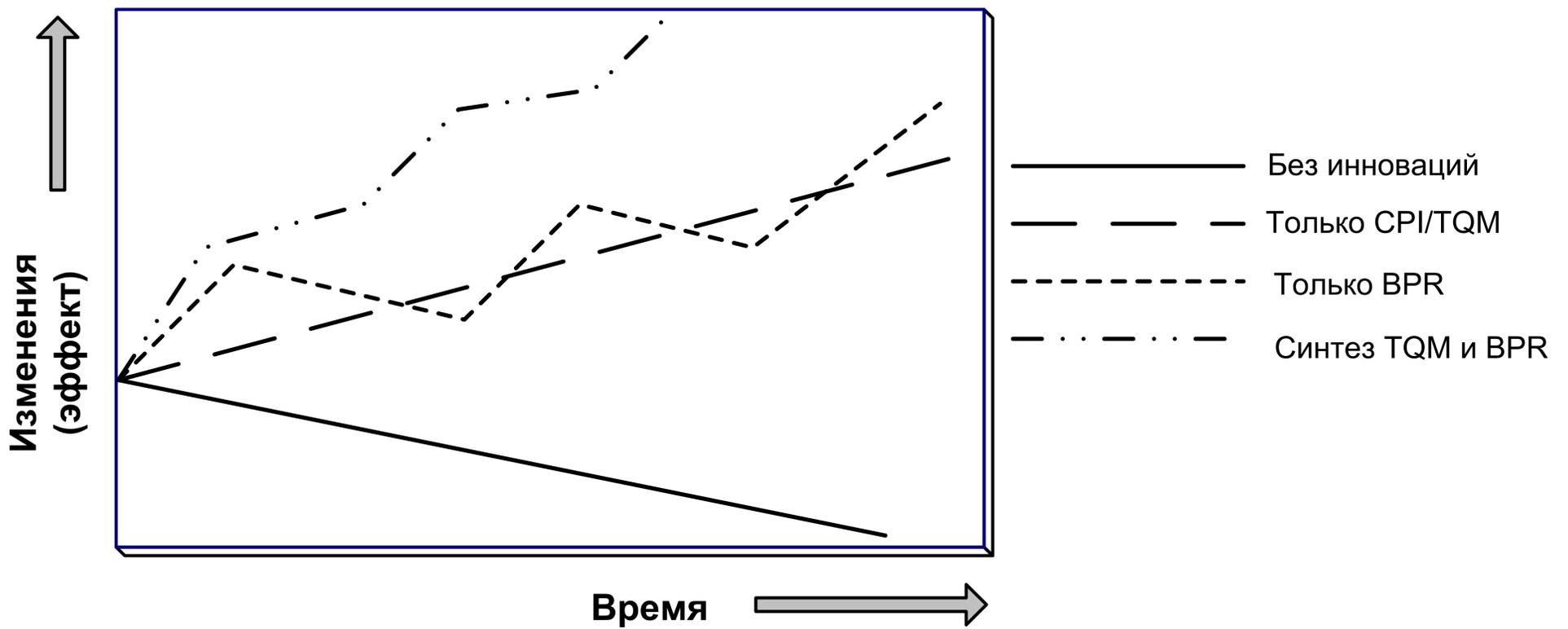
2

Революционный (BPR)

-принципиальное переосмысление и радикальная перестройка бизнес-процессов для достижения кардинальных улучшений критических современных показателей эффективности (Хаммер и Джеймса Чампи).

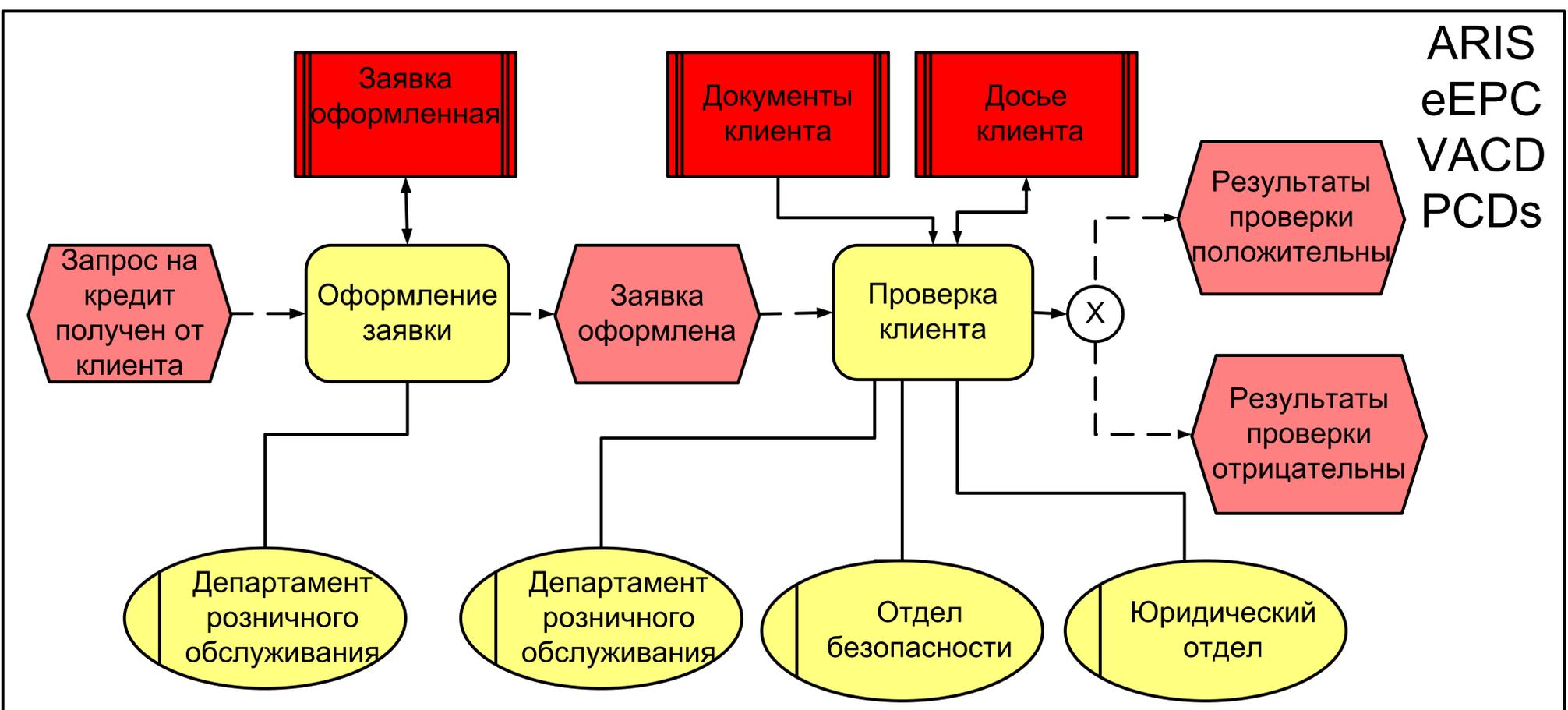
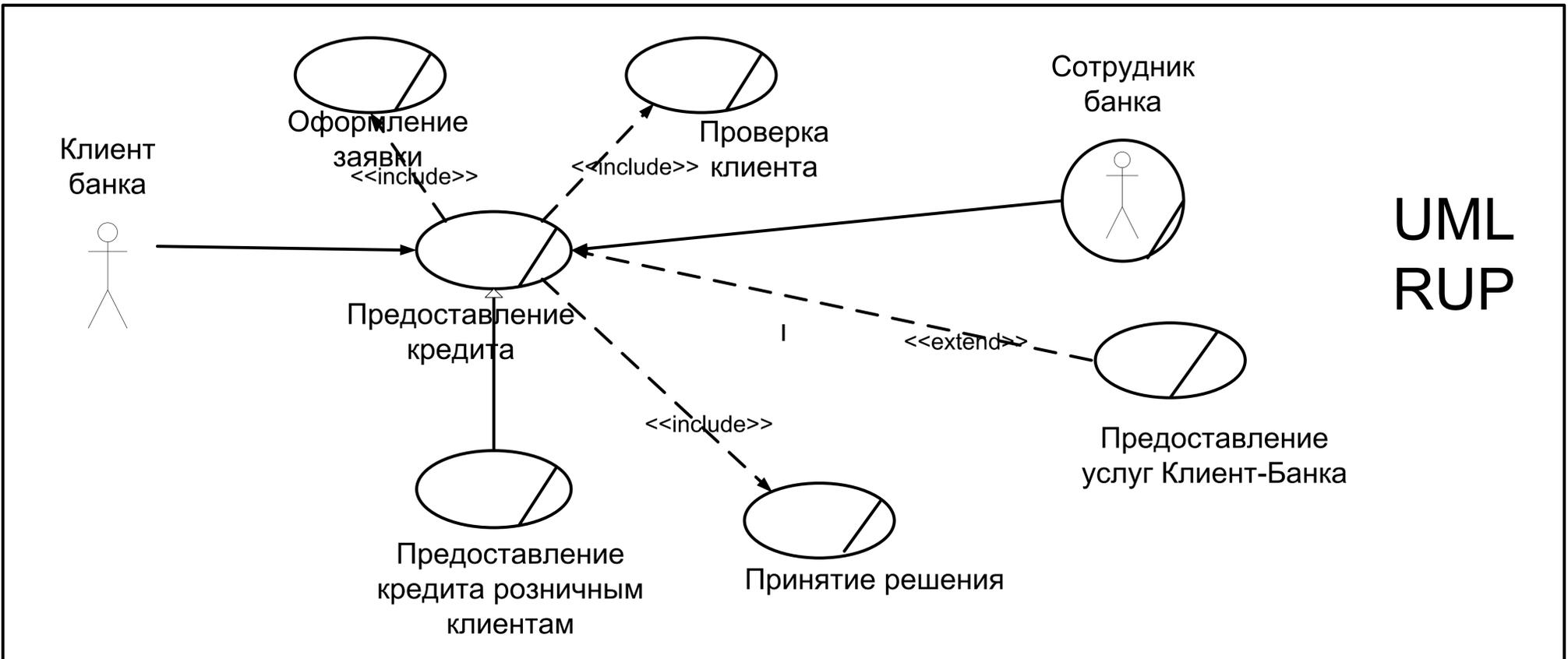
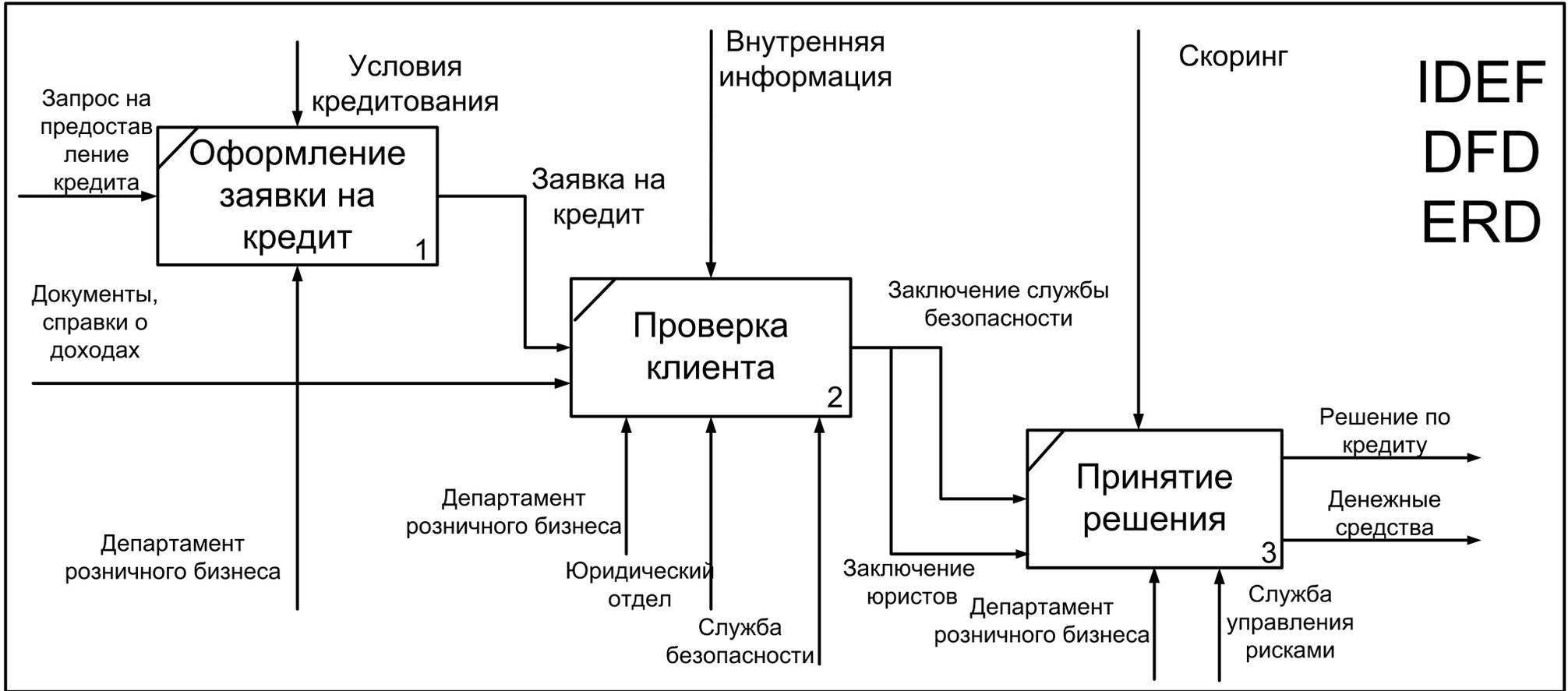
Эволюционный (CPI/TQM)

-методы постепенного улучшения качества процессов и управления введенными изменениями (Т.Х. Дэвенпорт).



Критерии	Непрерывное совершенствование CPI	Радикальное совершенствование BPR
1. Цель	Ошибки	Процесс
2. Длительность	Долгосрочная	Краткосрочная
3. Уровень перемен	Постепенный	Радикальный
4. Использование	Эффективно всегда	Наиболее эффективно в условиях быстро растущей экономики
5. Величина улучшений	10-20% в год	50-200% на процесс
6. Подход к БП	Любые виды деятельности в работе организации	Совокупность видов деятельности, в рамках которой создается продукт, представляющей ценность
7. Описание БП	Детальный анализ БП	Анализ без детализаций
8. Создание концепции дизайна	Информационные технологии	Логика процесса
9. Создание концепции менеджмента качества	Набор показателей качества процесса, способы регулярного измерения показателей	Не предусмотрено
10. Технологии	Решение проблем, здравый смысл общие знания	Новые изобретения, рационализация, информационные технологии
11. Усилия	Легко начать, трудно поддерживать	Трудно начать, но для поддержания нужно мало усилий

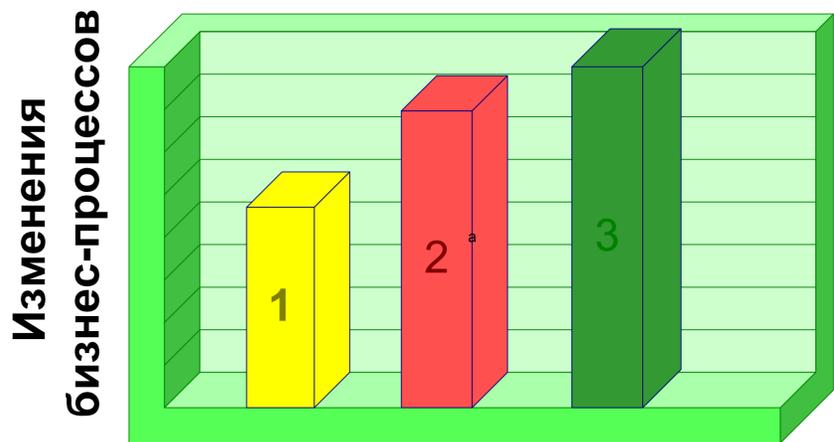
Методологии моделирования бизнес-процессов 3



Сравнение методик реинжиниринга

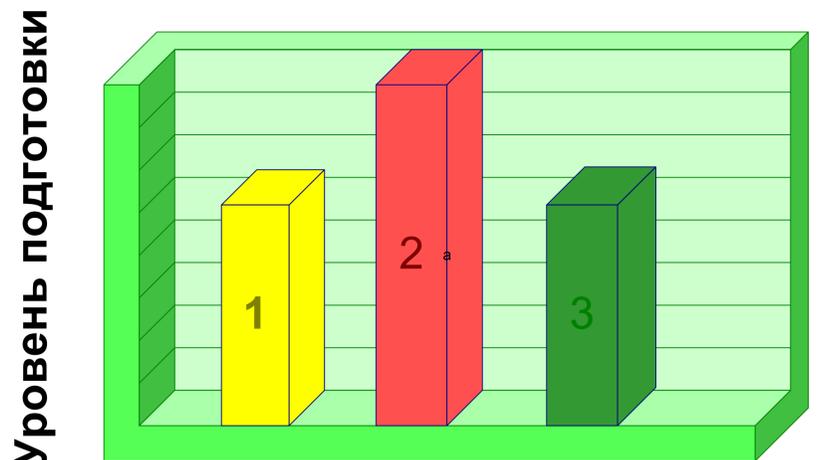


Изменения бизнес-процессов



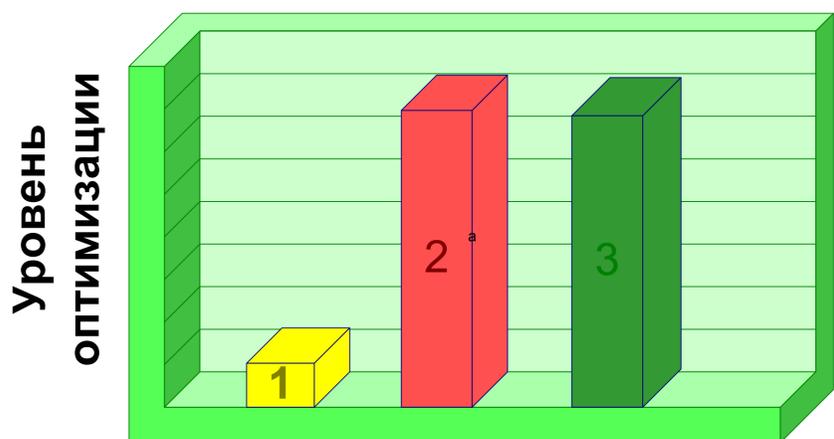
Методики

Требования к уровню подготовки пользователей



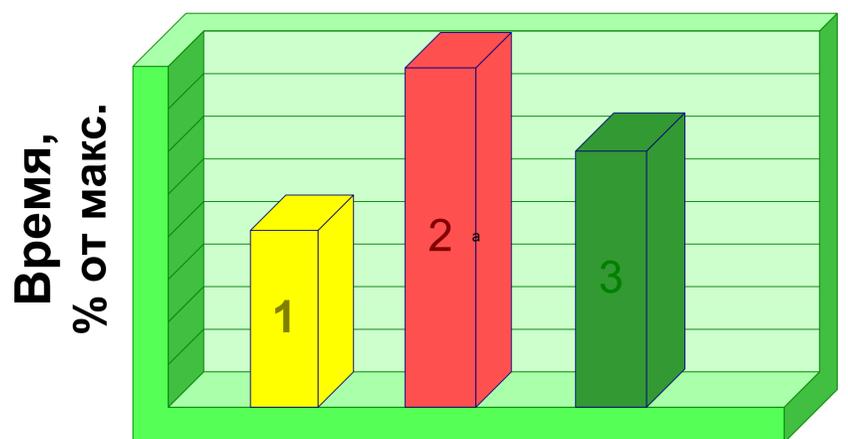
Методики

Оптимизация бизнес-функций



Методики

Время на предварительную подготовку



Методики

Структурный ракурс

$$BP = (BF, n_0, n_z, BFR, Dep, DepR, Rrs, BFRs, DW, WRBF, Ext, ExRB, IBFR)$$
$$DepSh = \langle Dep, DepR \rangle$$
$$bf = \langle bfnm, col, bftp, A_{BF} \rangle$$

где BP - бизнес-процесс;

BF – бизнес-функции;

Ext - внешние сущности $Ext = \langle Cust, Vend, Law, Col \rangle$

DW – хранилища данных $DW = \langle DB, Fl, Pp \rangle$

BFR – ребра взаимодействия бизнес-функций,

BFRs - требуемые для выполнения бизнес-функции ресурсы;

BFRCol - ребра исполнения бизнес-функций сотрудниками;

ExRB - ребра взаимодействия бизнес-функций с внешними сущностями бизнес-процесса

Экспертный ракурс

$$WM = \langle BP, Par \rangle$$

где WM- Рабочая память;

BP – исходная модель бизнес-процесса;

P - значения параметров, полученных при ответах пользователей.

$$KDB = \langle MetaL, BaseL \rangle$$

где MetaL - метауровень Базы Знаний;

BaseL – основной уровень Базы Знаний.

$$MetaL = \langle MetaQ, MQ_Ans, MQCnd, MAttrRule, MetaRule \rangle$$

где MetaQ – метавопросы: знания о задаваемых вопросах;

MQ_Ans- правила составления вариантов ответов на вопросы;

MQCnd – метаправила условий задавания вопросов,

MAttrRule - правила вычисления атрибутов на основе полученных параметров P,

MetaRule – метаправила: метазнания о правилах поиска решений.

$$BaseL = \langle Q, Q_Ans, QCnd, AttrRule, Rule \rangle$$

где Q – вопросы, задаваемых пользователю;

Q_Ans- варианты ответов на вопросы;

QCnd – правила, условия задавания вопросов,

AttrRule - правила вычисления атрибутов на основе полученных параметров P,

Rule – правила поиска решений.

Варианты выполнения

$$G = (V, N, S, P, A_s, M_s, A_n, M_n, C)$$

$$A_s = \{(rrs_1, rrs_2, \dots, rrs_j, \dots, rrs_l)\}$$

$$A_n = \{(dep_1, dep_2, \dots, dep_i, \dots, dep_k)\}$$

$$C = \{', \circ\}$$

где V – множество терминальных символов; N – множество нетерминальных символов; S – множество начальных символов; P – множество порождающих правил; A_s – конечное множество синтезируемых атрибутов; M_s - множество методов синтеза атрибутов; A_n – конечное множество наследуемых атрибутов; M_n – множество методов наследования атрибутов; C – множество символов, определяющих параллелизм.

1 Выделение и ранжирование бизнес-процессов

$$I_v = (P_{1v} * g_{1v} + P_{2v} * g_{1v} + \dots + P_{kv} * g_{1v}) / k$$

$$I_p = (P_{1p} * g_{1p} + P_{2p} * g_{2p} + \dots + P_{kp} * g_{mp}) / m$$

2 Моделирование бизнес-процессов

2.1 Построение функциональной диаграммы

2.2 Построение организационной диаграммы, схемы ответственностей

3 Построение интеграционной модели

$$G (BF, n_0, n_z, UR, Str, Str_R, IBFF, Rs, IRsR),$$

3.1 Уточнение графа бизнес-процесса

3.2 Ввод значений синтезируемых атрибутов и ограничений на них
 r_m – значение m-го ресурса, $(1 \leq m \leq k)$

3.3 Автоматическое построение грамматики бизнес-процесса
 $G = (V_N, V_T, V_0, P, A_s, M_s, A_n, M_n, C)$

Генерация возможных вариантов выполнения бизнес-процессов
 $BF_0 - BF_1 - BF_2 - BF_3 - BF_z; BF_0 - BF_1 - BF_4 - BF_5 - BF_z; BF_0 - BF_2 - BF_5 - BF_z \dots$

3.4 Построение основного уровня БЗ
 $BaseL = \langle Q, Q_Ans, QCnd, AttrRule, Rule \rangle$

4 Работа ЭС реинжиниринга бизнес-процессов

4.1 Получение ответов на вопросы ЭС Q_Ans

4.2 Поиск решения $Dc \subseteq A_{key}; A_{key} \in A$

4.3 Интеграция решения с правилами грамматики

$$P_x = BF_j \rightarrow BF_j BF_z \{ rrs_1, rrs_2 \dots rrs_l \}$$

5 Отбор и выдача вариантов

5.1 Присваивание субъективным критериям определенных весов

5.2 Выбор вариантов

5.2 Выдача набора вариантов для принятия окончательного решения

Этап 1. Ранжирование по параметрам

7

Интегральная важность

$$I_v = (P_{1v} * g_{1v} + P_{2v} * g_{2v} + \dots + P_{kv} * g_{kv}) / k$$

где P_{1v}, P_{2v}, P_{kv} – параметры важности процесса;

k – количество параметров важности процесса;

$g_{1v}, g_{2v}, \dots, g_{kv}$ – приведенные весовые коэффициенты параметров важности процесса, $0 \leq g_{ij} \leq 1$

Интегральная проблемность

$$I_p = (P_{1p} * g_{1p} + P_{2p} * g_{2p} + \dots + P_{kp} * g_{kp}) / m$$

где P_{1p}, P_{2p}, P_{kp} – параметры проблемности процесса;

m – количество параметров проблемности процесса;

$g_{1p}, g_{2p}, \dots, g_{kp}$ – приведенные весовые коэффициенты параметров проблемности процесса, $0 \leq g_{ij} \leq 1$

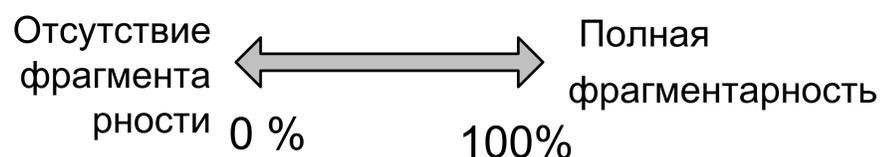
Расчет степени фрагментарности

$$F_r = (N_{org} / N_{func}) * 100\%, \quad 0\% \leq Fr \leq 100\%$$

где F_r – степень фрагментарности бизнес-процесса;

N_{org} – количество организационных разрывов

N_{func} – количество функциональных переходов



Важность процесса

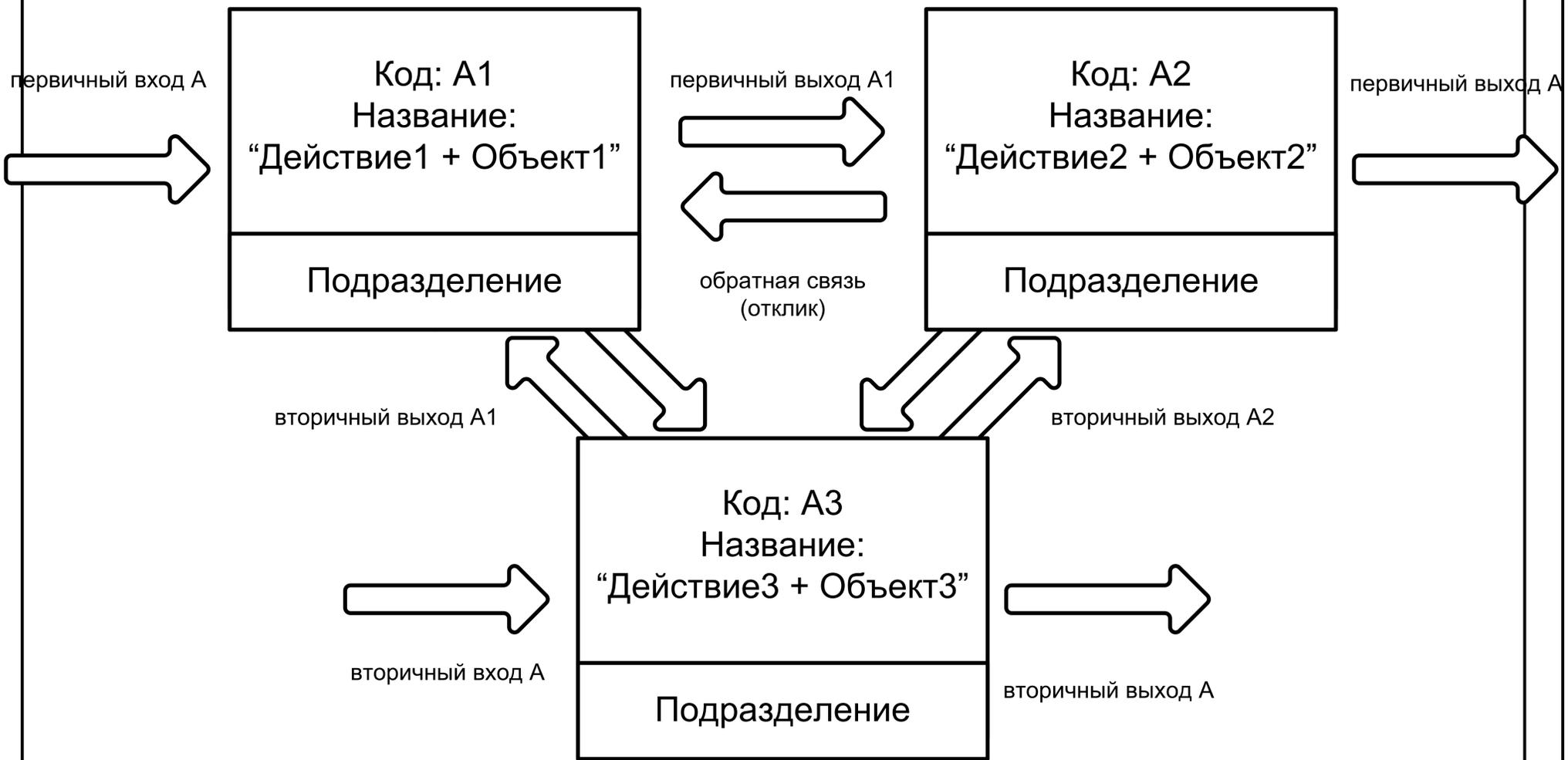
Процесс	Доля в выручке компании, %	Доля прибыли, %	Потенциал роста (3 года), %	Интегральная важность, I_v
Кредитные продукты	12	15	100	3,4
Пластиковые карты	55	45	30	4,5
Векселя собственные	30	35	20	2,2

Проблемность процесса

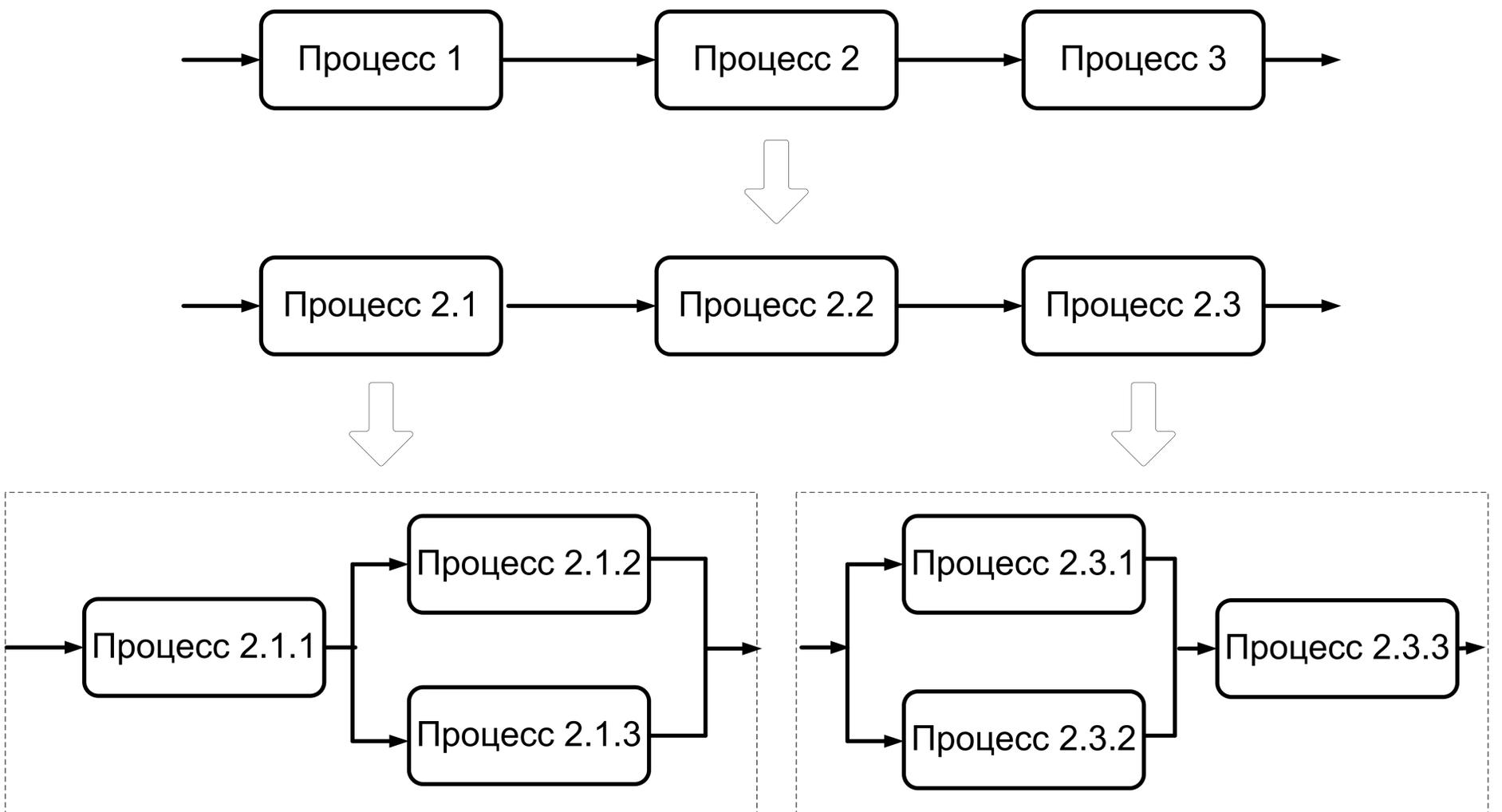
Процесс	Доля в расходах компании, %	Удовлетворенность клиентов, %	% сбоев при выполнении процессов	Степень фрагментарности	Интегральная проблемность, I_p
Кредитные продукты	45	5.00	7	40	4.8
Пластиковые карты	37	20.4	20	2.7	2.7
Векселя собственные	15	75	0.1	24	1.2

Этап 2. Моделирование бизнес-процессов

Построение схемы бизнес-процесса верхнего уровня (модель DFD)



Декомпозиция бизнес -процессов



Критерии отбора вариантов выполнения бизнес-процессов

Ввод значений синтезируемых атрибутов и ограничений на них

Синтезируемые атрибуты $A_s = \{(rs_1, rs_2, \dots, rs_j, \dots, rs_l)\}$

Ограничения $O = (O_1, O_2, \dots, O_k)$,

Бизнес-функция	Подразделение	Критерий rs_1	Критерий rs_2	Критерий rs_3
BF_1	Str_1	rs_{111}	rs_{211}	rs_{311}
BF_1	Str_2	rs_{112}	rs_{212}	rs_{312}
BF_2	Str_3	rs_{123}	rs_{223}	rs_{323}
BF_3	Str_4	rs_{134}	rs_{234}	rs_{334}
BF_3	Str_5	rs_{135}	rs_{235}	rs_{335}
Ограничения на процесс		O_1	O_2	As_5

Генерация возможных вариантов выполнения бизнес-процессов

$n_0 - A - B - E - n_z ; n_0 - A - C - E - n_z ; n_0 - A - B - F - n_z ; n_0 - A - C - F - n_z \dots$

Контроль текущего значения варианта БП через буфер

BUFFER

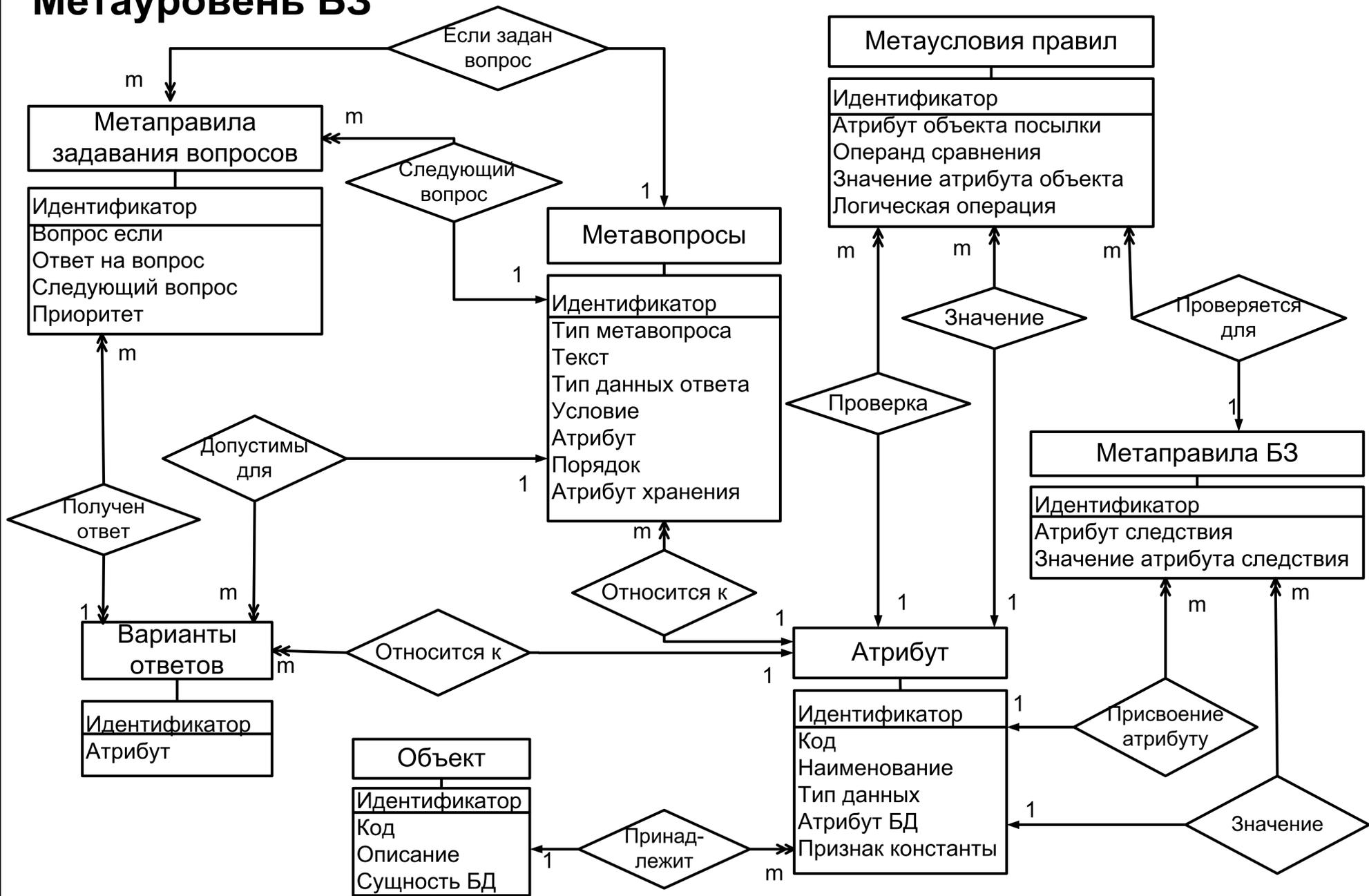
Правило	A->B	A'->B, A'->C
Метод для невременного rs_i	$rs_{Ai} + rs_{Bi}$	$rs_{Ai} + rs_{Ci}$
Метод для временного rs_i	$rs_{Ai} + rs_{Bi}$	$Max(rs_{Ai}, rs_{Ci})$

Присваивание критериям определенных весов

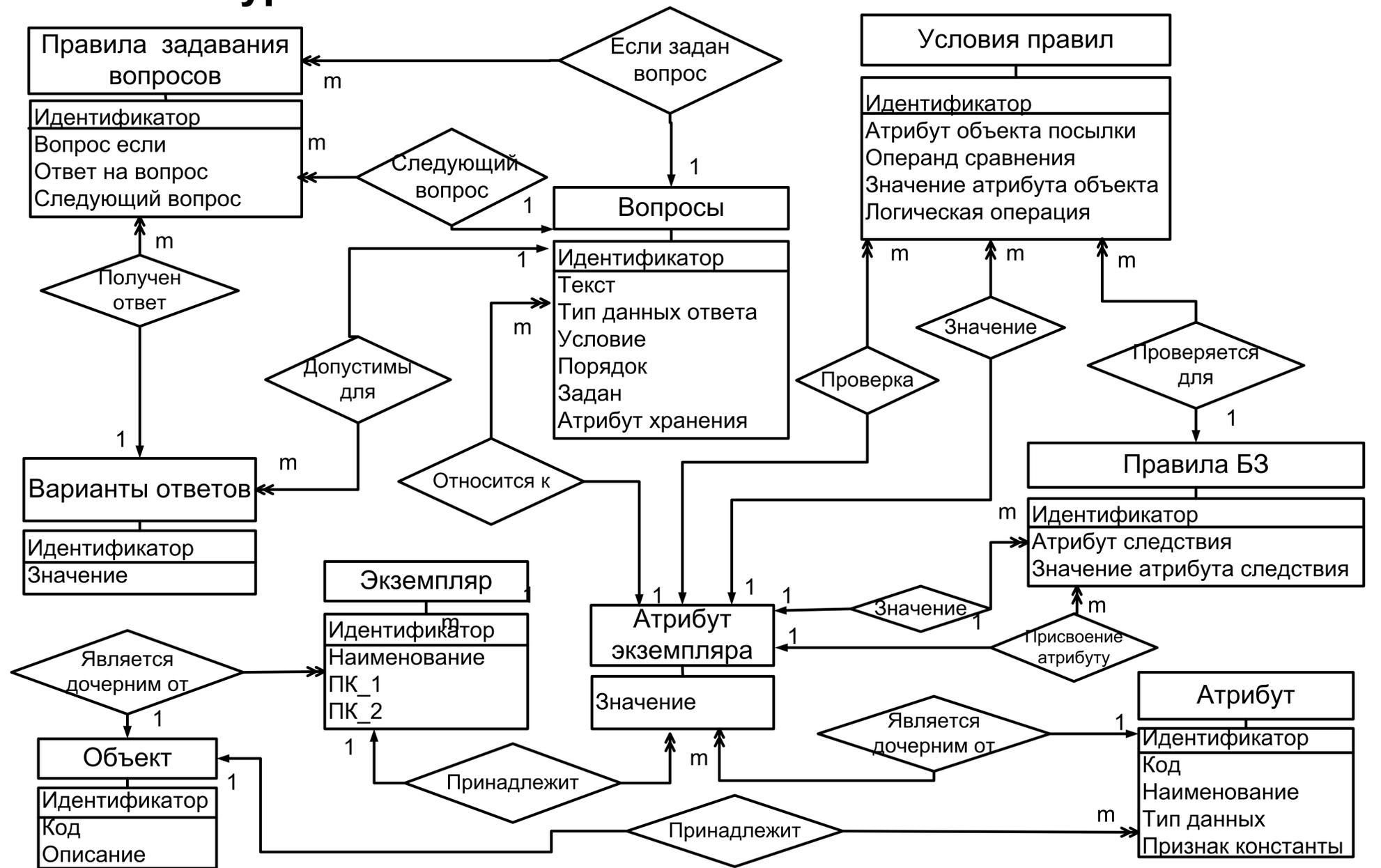
$V = (V_1, V_2, \dots, V_k)$

Критерий	Наименование	Единица измерения	Вес критерия
rs_1	Длительность процесса	t	V_1
rs_2	Трудоемкость процесса	Чел/час	V_2
rs_3	Себестоимость процесса	\$	V_3
rs_4	Фрагментарность процессов	%	V_4
rs_5	Количество подразделений	Ед	V_5

Метауровень БЗ



Основной уровень БЗ



Грамматика описания метауровня Базы Знаний экспертной системы

$$G_{\text{Meta}} = \langle V, N, S, P \rangle$$

V = { questext, bfn, bftp, bpnm, rspP, depcnt, depn, mfl, pos, custp, custn, impfl, cond_text, <, >, <=, >=, =, <>, AND, OR, iniP, endP, dftp }

N = { MetaLevel, metaquest, quest_cond, metarule, Obj_Attr, BF_Attr, BP_Attr, Col_Attr, Cust_Attr, Dep_Attr, cond_token, Log_oper, DF_Attr, Cond, Conc, Send_obj, Send_Value, Send_Attr, Conc_Attr, Conc_Value }

Синтаксис в форме Бэкуса–Наура

<MetaLevel> ::= <metaquest> | <quest_cond> | <metarule>

Описание метавопросов

<metaquest> ::= <questext> | <questext><Obj_Attr> | <Obj_Attr><questext> | <questext>

<Obj_Attr><questext> | <questext> <Obj_Attr><questext><Obj_Attr>

<Obj_Attr> ::= BF.<BF_Attr> | BP.<BP_Attr> | Dep.<Dep_Attr> | Col.<Col_Attr> | Cust.<Cust_Attr>

<BF_Attr> ::= <bfn> | <bftp> | <Col_Attr>

<BP_Attr> ::= <bpn> | <Cust_Attr> | <rspP> | <depcnt>

<Dep_Attr> ::= <depn > | mfl

<Col_Attr> ::= <pos> | <Dep_Attr> | <coltp>

<Cust_Attr> ::= <custn> | <impfl>

Описание условий выполнения вопросов

<quest_cond> ::= BF.<BF_Attr><cond_token>BP.<BP_Attr> | <cond_text> DF.<DF_Attr>

<cond_text><Cond_token>BP.<BP_Attr><Log_oper>DF.<DF_Attr><Cond_token> BF.<BF_Attr> |

BP.<BP_Attr><Cond_token><cond_text>

<Cond_token> ::= <<>> | <<> | <=> | <>=> | <<=>

<Log_oper> ::= <AND> | <OR>

DF_Attr ::= <iniP> | <endP> | <dftp>

Описание метаправил

<metarule> ::= <if><Cond><then><Conc>

<Cond> ::= <Send_obj> | <Send_obj><Log_oper><Send_obj> |

<Send_obj><Log_oper><Send_obj><Log_oper><Send_obj>

<Send_obj> ::= <Send_Attr><cond_token><Send_Value>

<Send_Attr> ::= BF.<BF_Attr> | BP.<BP_Attr > | Dep.<Dep_Attr > | Col.<Col_Attr > | Cust.<Cust_Attr >

<cond_token> ::= <<>> | <<> | <=> | <>=> | <<=> | <>

<Send_Value> ::= <send_value> | BF.<BF_Attr> | BP.<BP_Attr > | Dep.<Dep_Attr > | Col.<Col_Attr > |

Cust.<Cust_Attr > <Conc> ::= <Conc_Attr><cond_token>< Conc_Value>

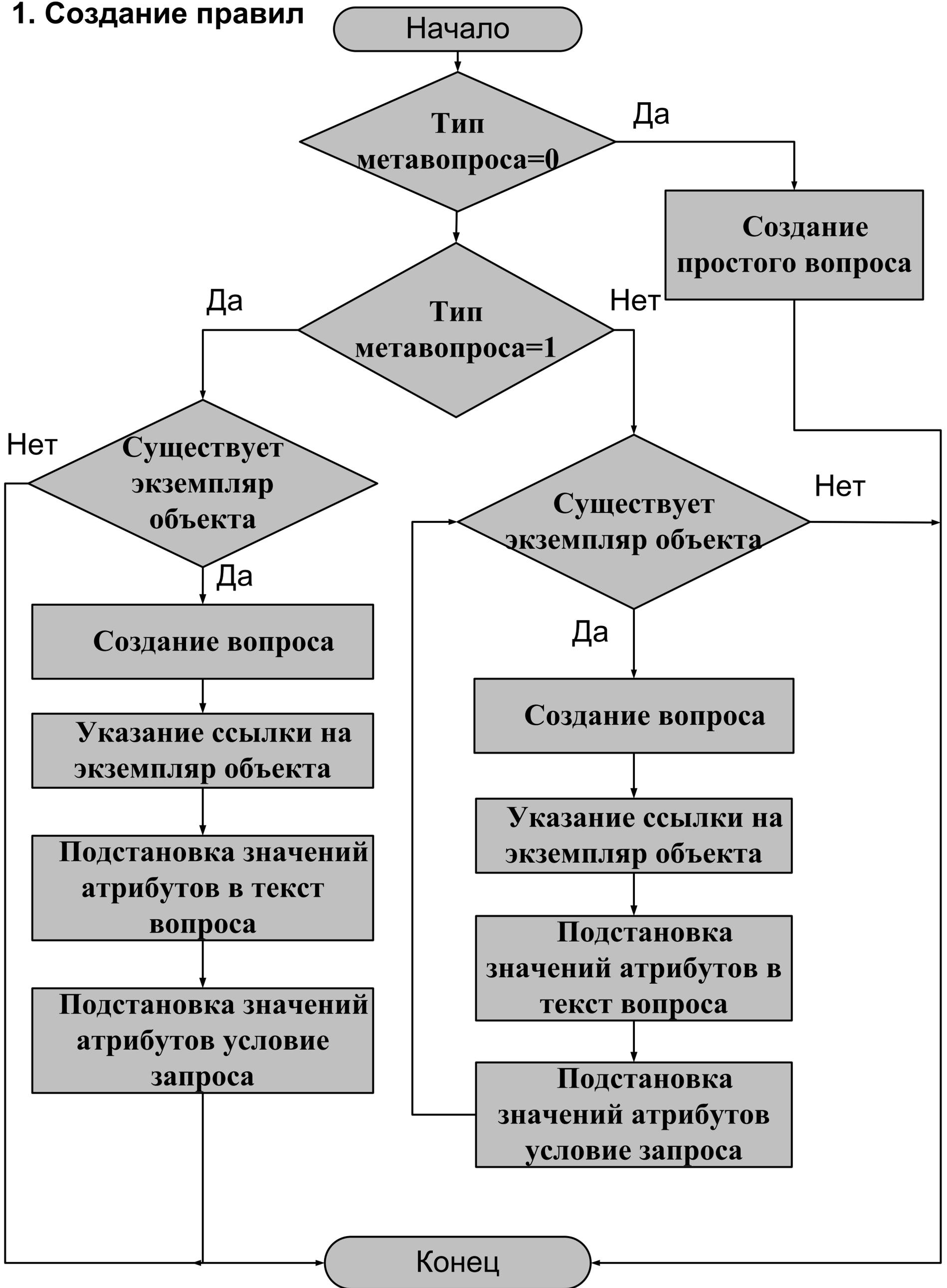
<Conc_Attr> ::= BF.<BF_Attr> | BP.<BP_Attr> | Dep.<Dep_Attr> | Col.<Col_Attr> | Cust.<Cust_Attr >

<Conc_Value> ::= <conc_value> | BF.<BF_Attr> | BP.<BP_Attr > | Dep.<Dep_Attr> | Col.<Col_Attr> |

Cust.<Cust_Attr >

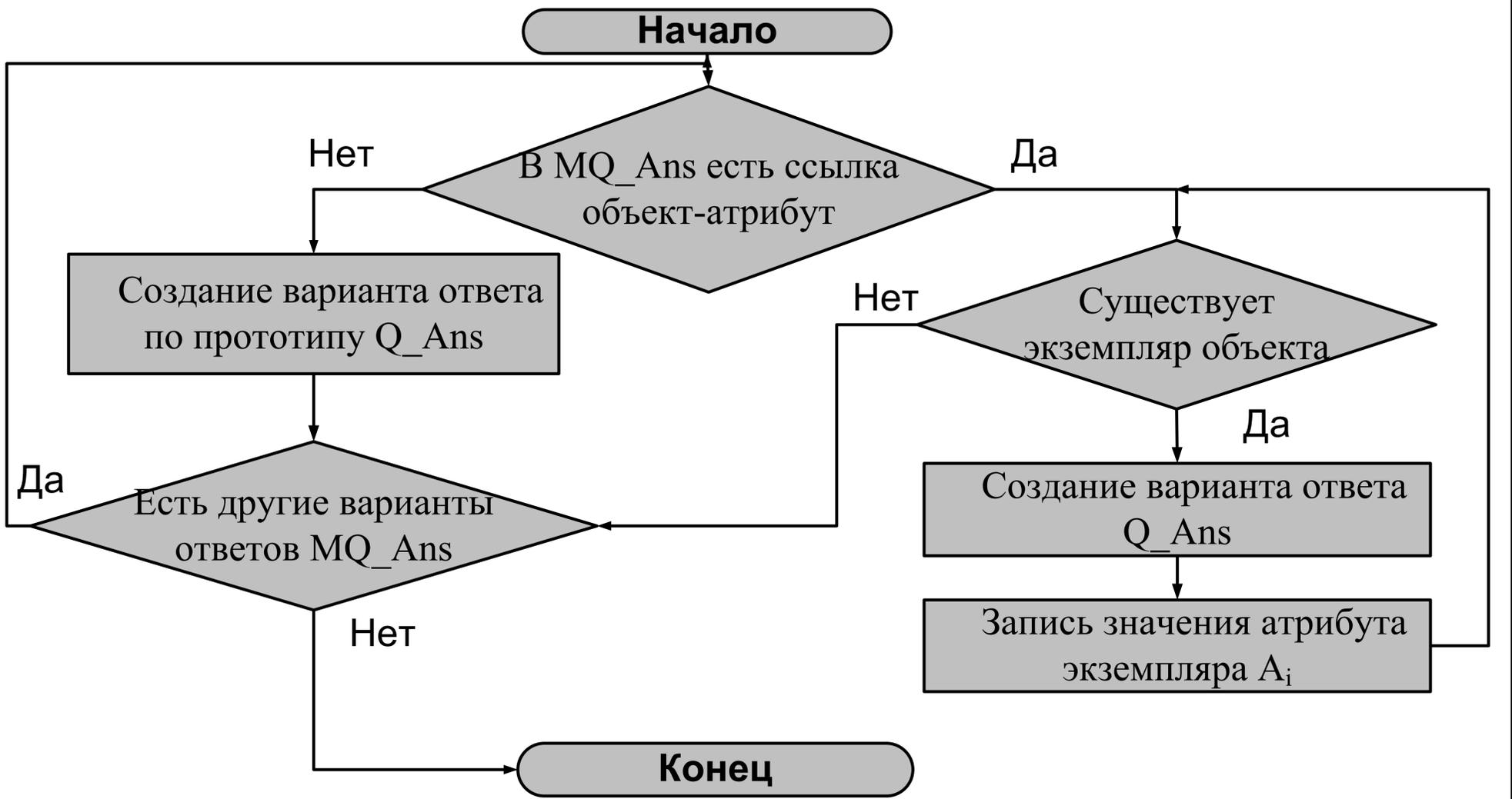
Алгоритм построения графа-диалога на основе применения метабправил 12

1. Создание правил

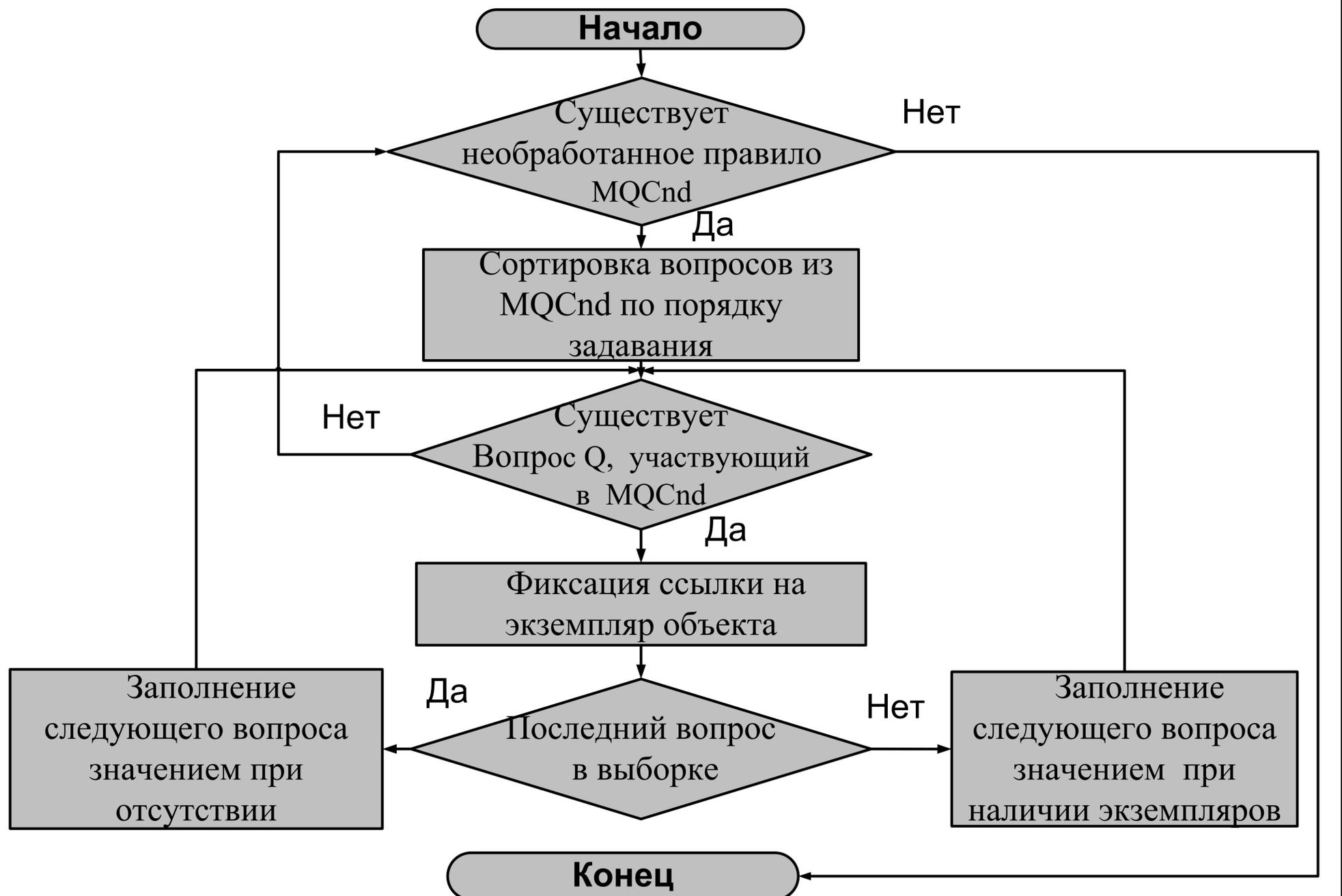


Алгоритм построения графа-диалога на основе применения метаправил (2 часть) 13

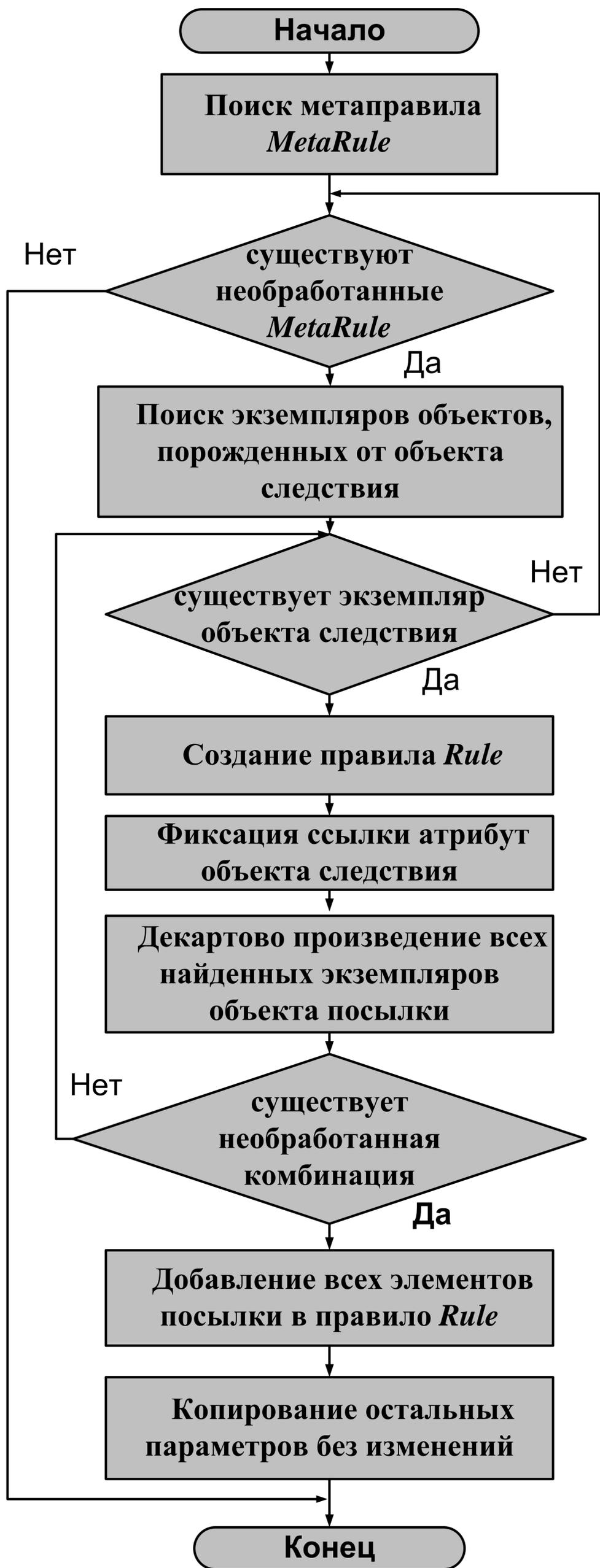
Создание вариантов ответов на вопросы



Вычисление условий задавания вопросов



Алгоритм порождения правил принятия решений



Алгоритм работы с Базой Знаний 14



Интеграция решений экспертной системы и порождающих правил грамматики

$$D_c \subseteq A_{key}; A_{key} \in A$$

где D_c - множество решений;

A_{key} - множество ключевых атрибутов объектов ВР, влияющих на принятие решения о реинжиниринге;

A - все множество атрибутов объектов бизнес- процесса ВР.

Множество ключевых атрибутов объектов бизнес-процесса ВР:

$$A_{key} = \{a_{1key}, a_{2key}, a_{3key}, \dots, a_{ikey}, a_{nkey}\}$$

где a_{ikey} – i -й ключевой атрибут, влияющий на реинжиниринг;

n - количество атрибутов бизнес-процесса, влияющих на реинжиниринг;

a_{1key} -возможные исполнители;

a_{2key} -признак рекомендации на удаление

a_{3key} -признак возможности выполнения в главном подразделении;

a_{4key} - признак возможности выполнения клиентом;

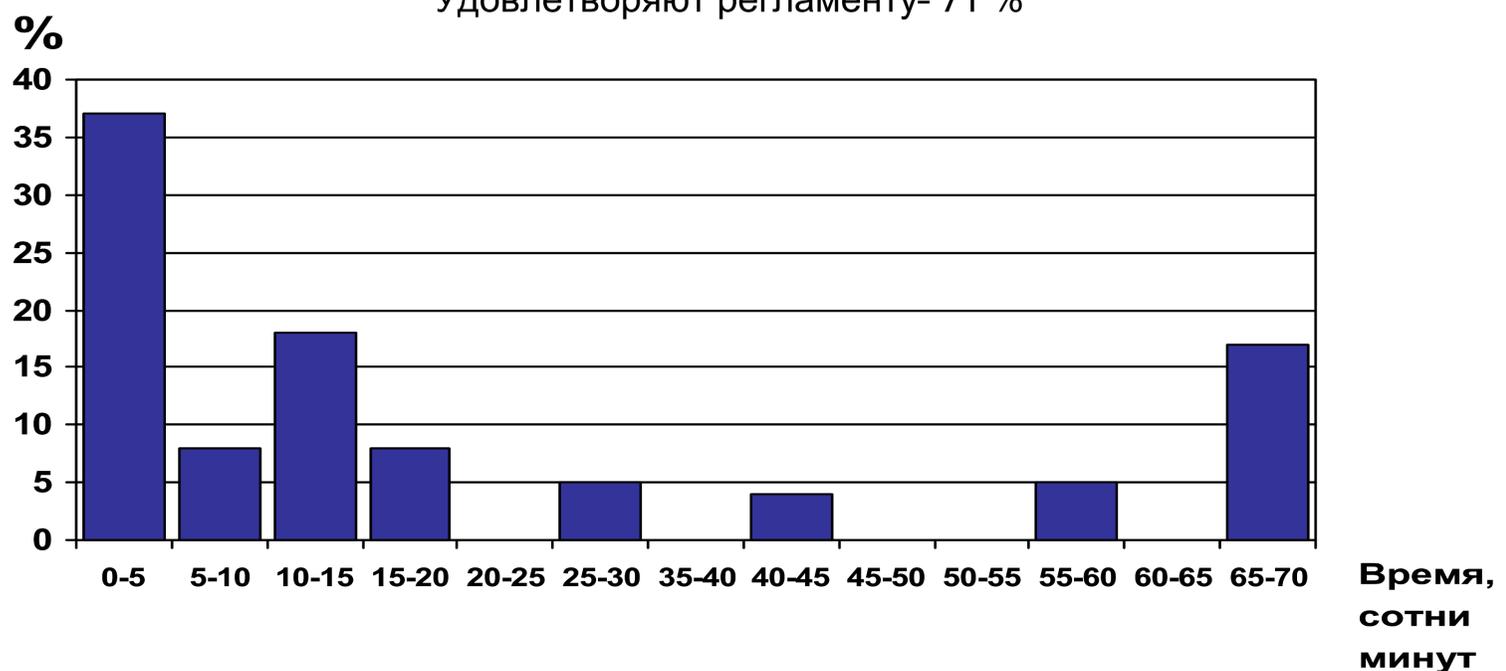
a_{5key} -признак главного подразделения бизнес-процесса

Условия выполнения U	Изменения правил грамматики P_G
<p>Принцип 3. Снижение доли работ по проверке и контролю</p> <p>$\exists bf_i \in BF; a_{2key} \in A_{key}$</p> <p>$\exists P_v \in P_G, \exists P_w \in P :$</p> <p>$P_v = bf_j \rightarrow bf_j bf_i \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_i\}$</p> <p>$P_w = bf_i \rightarrow bf_i bf_z \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_i\}$</p>	<p>$P_x \in P_G :$</p> <p>$P_x = bf_j \rightarrow bf_j bf_z \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_i\}$</p>
<p>Принцип 6. Уменьшение количества людей/подразделений в процессе</p> <p>$\exists bf_i \in BF; a_{3key} \in A_{key}$</p> <p>$\exists P_v \in P_G :$</p> <p>$P_v = bf_j \rightarrow bf_j bf_i \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_i\}$ или</p> <p>$P_v = bf_j \{dep_j\} \rightarrow bf_j \{dep_j\} bf_i \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_i\}$</p>	<p>$P_x \in P_G :$</p> <p>$P_x = bf_j \rightarrow bf_j bf_i \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_{mfl}\}$ или:</p> <p>$P_x = bf_j \{dep_j\} \rightarrow bf_j \{dep_j\} bf_i \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_{mfl}\}$</p> <p>где dep_{mfl} - главное подразделение бизнес-процесса</p>
<p>Принцип 7. Клиент процесса должен выполнять сам процесс</p> <p>$\exists bf_i \in BF : bf_i \in S; a_{4key} \in A_{key}$</p> <p>$\exists P_v \in P_G :$</p> <p>$P_v = S_0 \rightarrow bf_i \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_i\}$</p> <p>где S_0 - искусственно введенный начальный символ грамматики.</p>	<p>$P_x, P_y, P_z \in P_G :$</p> <p>$P_x = S_0 \rightarrow bf_j \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_j\}$</p> <p>$P_y = S_0 \rightarrow bf_k \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_k\}$</p> <p>...</p> <p>$P_z = S_0 \rightarrow bf_n \{(rrs_1, rrs_2..rrs_l)\} \{dep_n\}$</p> <p>где множество бизнес-функций в правилах такое, что:</p> <p>$\{bf_j, bf_1, \dots, bf_n\} : \forall df_i \in DF :$</p> <p>$InP = bf_i, EndP \in \{bf_j, bf_1, \dots, bf_n\}$</p>

Результаты применения методики на примере процесса выдачи кредита

Название параметра	Ед. измер.	До реинжиниринга	Стандартный	С применением методики	Выигрыш, %
Стоимость	€	210,7		64.5	77,40
Время для клиента (дни)	дни	15		1.95	87
Количество подразделений, участвующих в процессе	ед.	5		1	80
Количество сотрудников, которые общаются с клиентом	ед.	3		1	66,67
Трудозатраты реинжиниринга	чел/дней		65	15	76.92
Стоимость реинжиниринга	€		11 000	2 500	77,27
Квалификация персонала			высокая	средняя	

Требуемое время выполнения процесса - 1800 минут
(отклонение ≤ 10%)
Удовлетворяют регламенту - 71 %

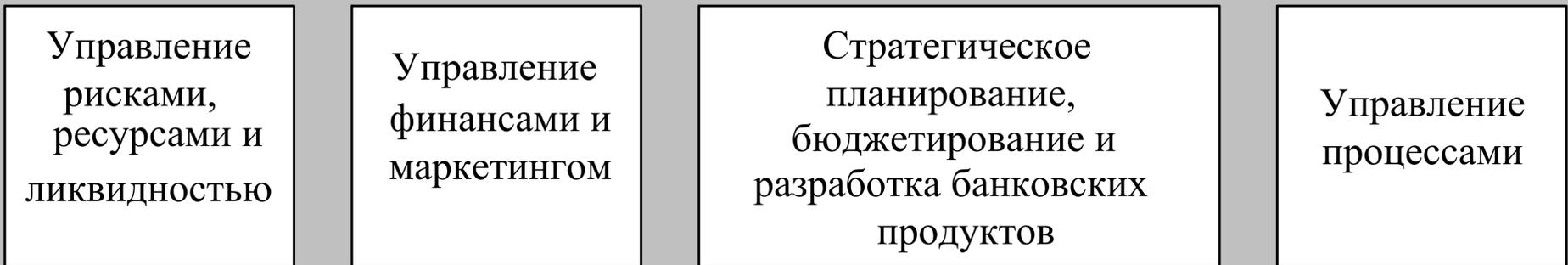


Время-регламент 1800 минут - 71%

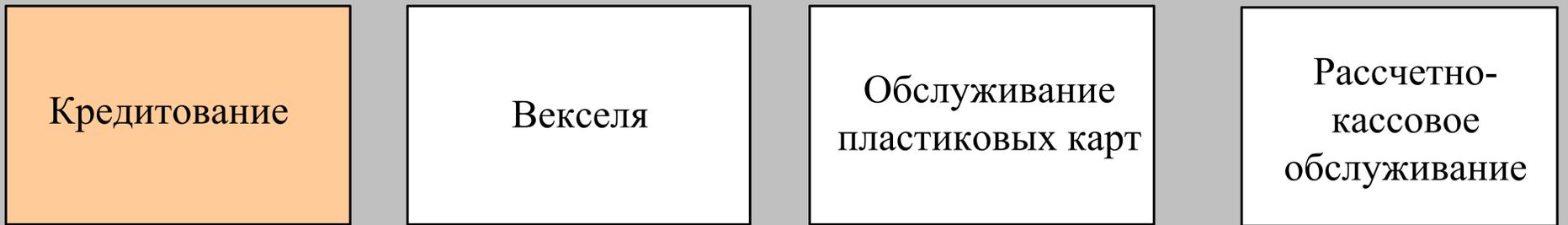
Временной период (сотни минут)	Кол.-во выдач	% от общего числа	Кол.во выдач	% от общего числа	Суммарный %
0-5	9	38			71
5-10	2	8			
10-15	4	17			
15-20	2	8			
20-25			0	0	29
25-30			1	4	
30-35			0	0	
35-40			0	0	
40-45			1	4	
45-50			0	0	
50-55			0	0	
55-60			1	4	
60-65			0	0	
65-70			4	17	

Модель бизнес-процесса верхнего уровня банка

Бизнес-процессы управления и развития



Основные бизнес -процессы



Обеспечивающие бизнес-процессы



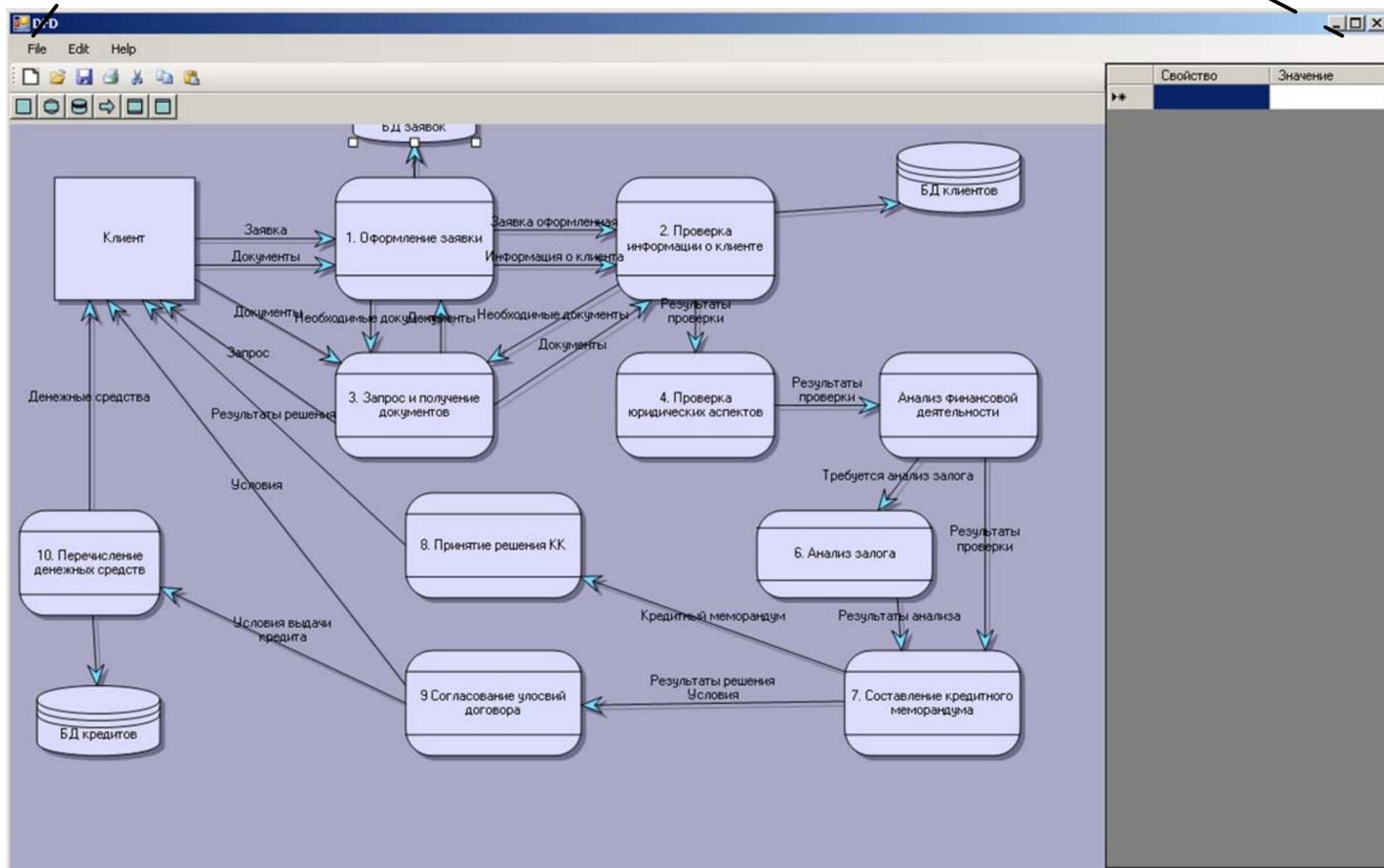
Выбор бизнес-процесса

Построение матрицы ранжирования бизнес-процессов



Построение описания бизнес-процесса верхнего уровня

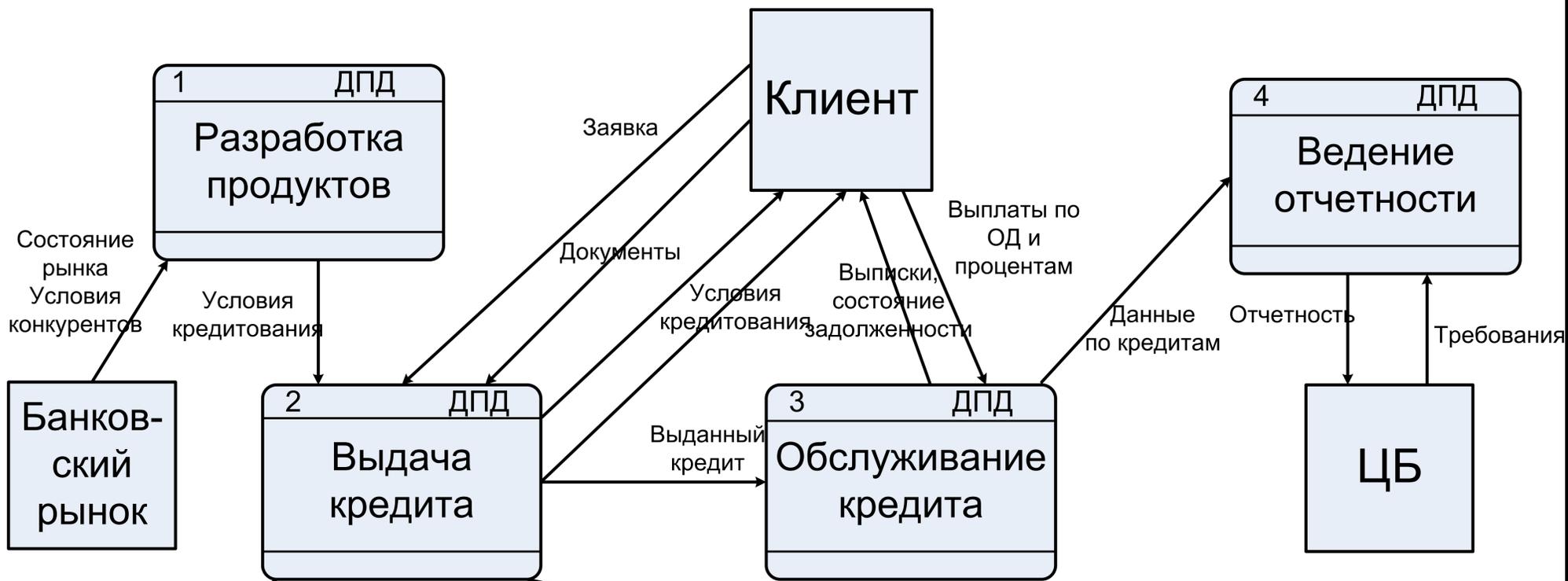
Декомпозиция бизнес-процесса



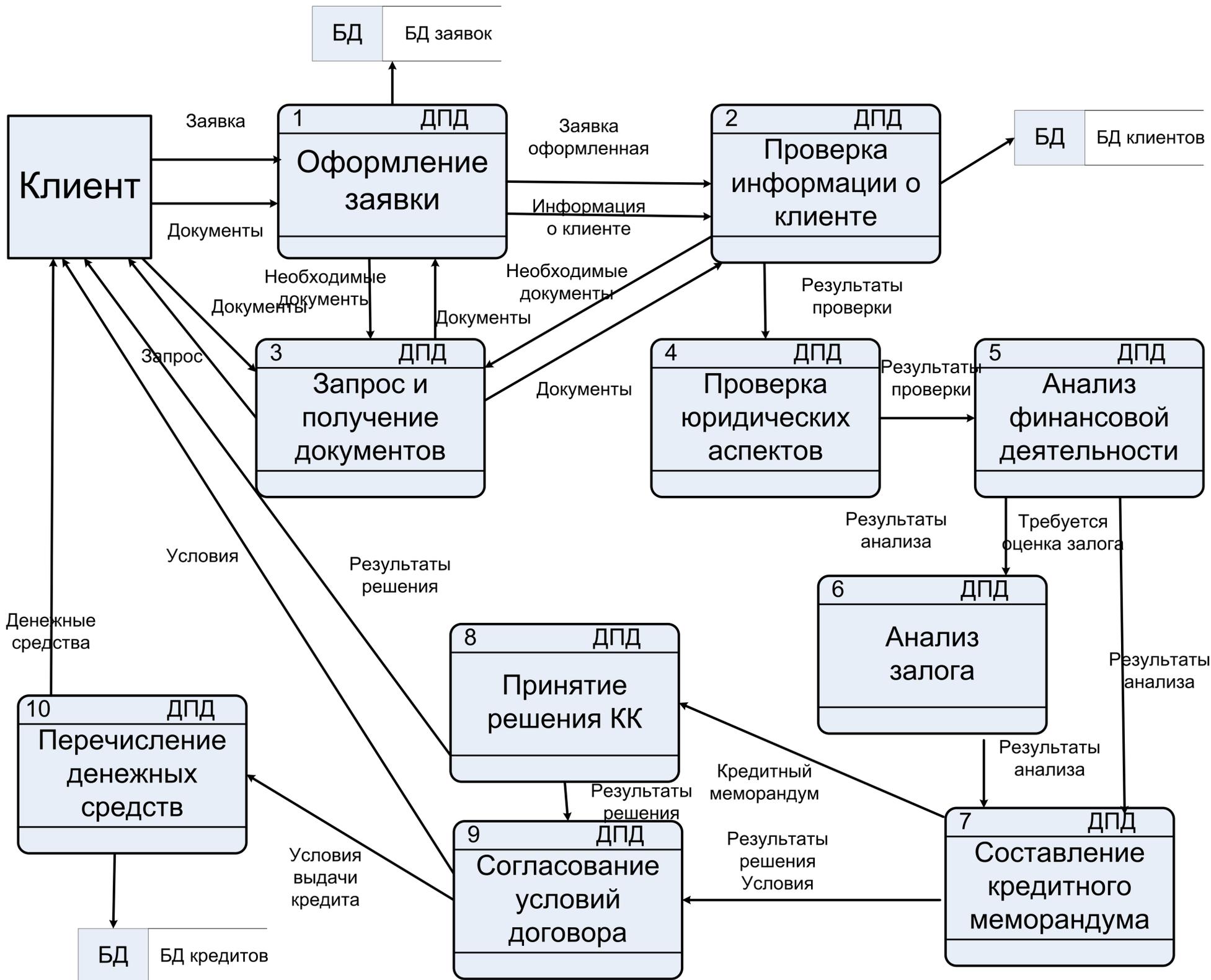
Критерии процесса “Выдача кредита” до реинжиниринга

Наименование критерия	Ед. измер.	Значение
Стоимость	€	210,7
Время для клиента (дни)	дни	15
Количество подразделений, участвующих в выдаче	ед.	5
Количество сотрудников, которые общаются с клиентом	ед.	3

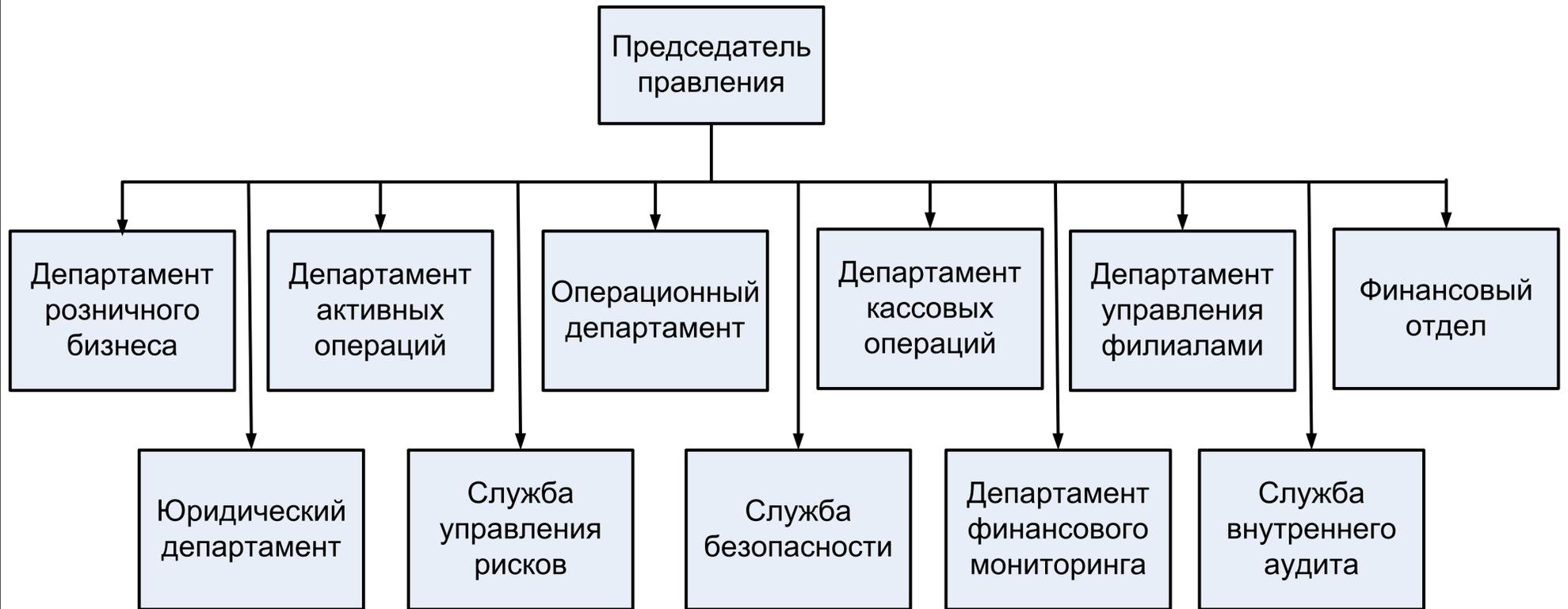
Построение описания бизнес-процесса верхнего уровня



Декомпозиция бизнес-процесса



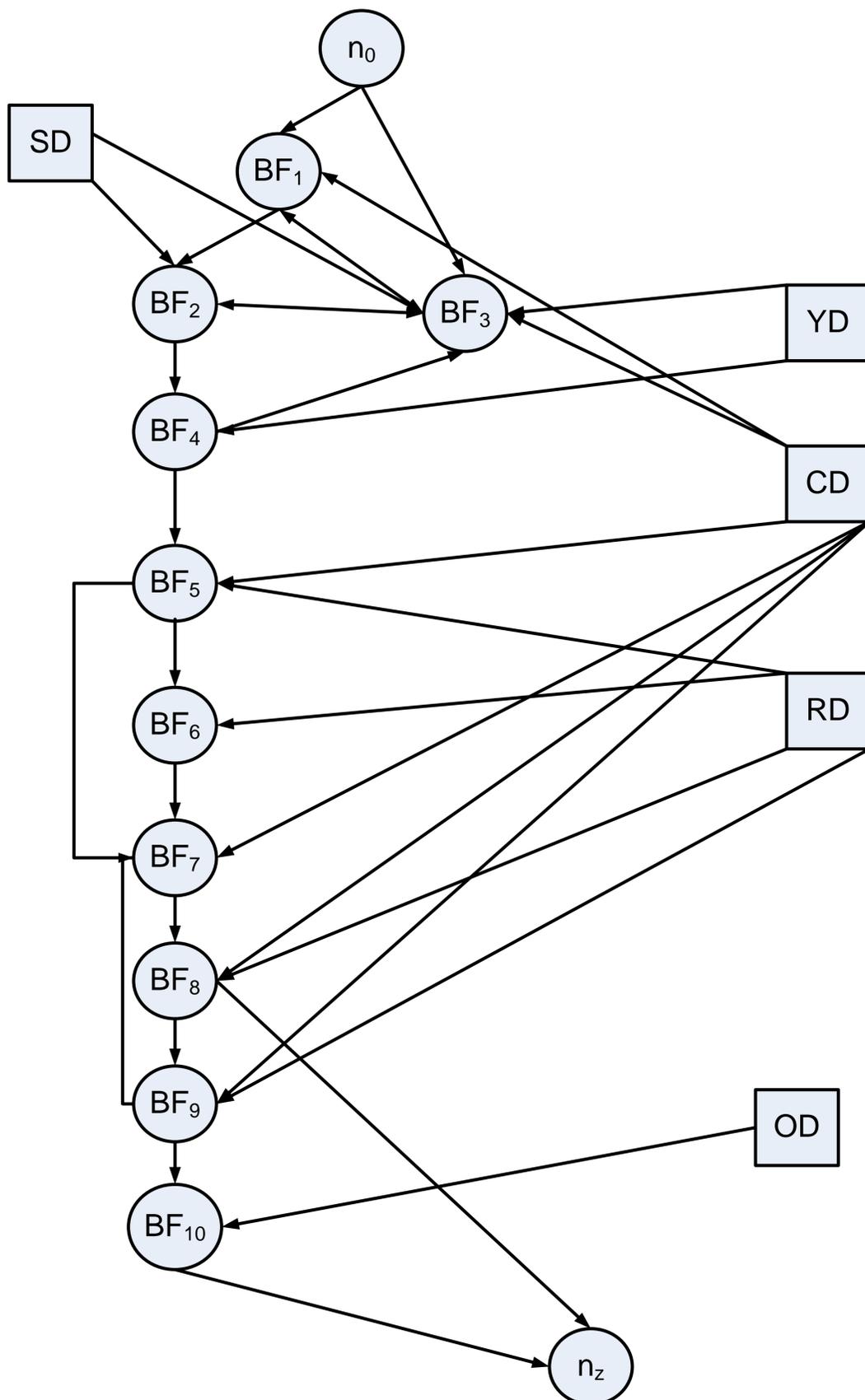
Описание организационной структуры



Составление схемы распределения ответственностей

№	Бизнес-функция	Деп-т розничн. Бизнеса - CD	Юридич. департ-ЮД	Служба безопасности -SD	Служба управления рисков -RD	Операционный департ OD
1	Оформление заявки	+	-	-	-	-
2	Проверка информации о клиенте	+	-	+	-	-
3	Запрос документов	+	+	+	-	-
4	Проверка юридических аспектов	-	+	-	-	-
5	Анализ финансовой деятельности	+	-	-	+	-
6	Анализ залога	+	-	-	+	-
7	Составление кредит. меморандума	+	-	-	-	-
8	Принятие решения	+	-	-	+	-
9	Согласование условий договора	+	-	-	+	-
10	Перечисление денежных средств	-	-	-	-	+

Построение интеграционной графовой модели



Построение грамматики порождения бизнес-процессов

$$G = (V, N, S, P, A_s, M_s, A_n, M_n, C)$$

где $V = \{n_\Phi\}$

$N = \{n_0, BF_1, BF_2, BF_4, BF_5, BF_6, BF_7, BF_8, BF_9, BF_{10},\}$

$S = \{n_0\}$

$A_s = \{rs_i\}$, где $i=1..10$

$A_n = \{CD, YD, SD, RD, OD\}$

P – множество порождающих правил:

- | | |
|--|--|
| $n_0 \rightarrow 1 \{CD\} 3 \{CD\} 3 \{SD\} 3 \{YD\}$ | $6 \{RD\} \rightarrow 7 \{CD\}$ |
| $1 \{CD\} \rightarrow 2 \{SD\} 3 \{CD\} 3 \{SD\} 3 \{YD\}$ | $7 \{CD\} \rightarrow 8 \{CD\} 8 \{RD\} 9 \{CD\} 9 \{RD\}$ |
| $2 \{SD\} \rightarrow 4 \{YD\} 3 \{CD\} 3 \{SD\} 3 \{YD\}$ | $8 \{CD\} \rightarrow 9 \{CD\} 9 \{RD\} n_\Phi$ |
| $3 \{CD\} \rightarrow 1 \{CD\} 2 \{SD\} 4 \{YD\}$ | $8 \{RD\} \rightarrow 9 \{CD\} 9 \{RD\} n_\Phi$ |
| $3 \{SD\} \rightarrow 1 \{CD\} 2 \{SD\} 4 \{YD\}$ | $9 \{CD\} \rightarrow 10 \{OD\}$ |
| $3 \{YD\} \rightarrow 1 \{CD\} 2 \{SD\} 4 \{YD\}$ | $9 \{RD\} \rightarrow 10 \{OD\}$ |
| $4 \{YD\} \rightarrow 5 \{CD\} 5 \{RD\}$ | $10 \{OD\} \rightarrow n_\Phi$ |
| $5 \{CD\} \rightarrow 6 \{RD\} 7 \{CD\}$ | |
| $5 \{RD\} \rightarrow 6 \{RD\} 7 \{CD\}$ | |

Порождение вариантов выполнения бизнес-процесса

- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-6 \{RD\}-7 \{CD\}-8 \{CD\}-9 \{CD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-6 \{RD\}-7 \{CD\}-8 \{CD\}-9 \{RD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-6 \{RD\}-7 \{CD\}-8 \{RD\}-9 \{CD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-6 \{RD\}-7 \{CD\}-8 \{RD\}-9 \{RD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-6 \{RD\}-7 \{CD\}-9 \{CD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-6 \{RD\}-7 \{CD\}-9 \{RD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$

- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-7 \{CD\}-8 \{CD\}-9 \{CD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-7 \{CD\}-8 \{CD\}-9 \{RD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-7 \{CD\}-8 \{RD\}-9 \{CD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-7 \{CD\}-8 \{RD\}-9 \{RD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-7 \{CD\}-9 \{CD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$
- $n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{CD\}-7 \{CD\}-9 \{RD\}-10 \{OD\}-n_\Phi$

$n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-4 \{YD\}-5 \{RD\} \dots$ – 12 вариантов

$n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-3 \{CD\} \dots$ 24 варианта

$n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-3 \{SD\} \dots$ 24 варианта

$n_0-1 \{CD\}-2 \{SD\}-3 \{YD\} \dots$ 24 варианта

$n_0-3 \{CD\}-1 \{CD\} \dots$ 24 варианта

$n_0-3 \{SD\}-1 \{CD\} \dots$ 24 варианта

$n_0-3 \{YD\}-1 \{CD\} \dots$ 24 варианта

$n_0-1 \{CD\}-3 \{CD\} \dots$ 24 варианта

$n_0-1 \{CD\}-3 \{SD\} \dots$ 24 варианта

$n_0-1 \{CD\}-3 \{YD\} \dots$ 24 варианта

Критерии отбора вариантов выполнения бизнес-процесса Ввод значений синтезируемых атрибутов

$$A_s = \{rs_i\}, rs_i = (c_{ij}, t_{ij}, d_{ij})$$

Бизнес-функция	Подразделение	Стоимость (с, \$)	Время процесса для клиента (t, час)	Количество сотрудников (d)
BF ₁	CD	8	1	1
BF ₂	SD	15	2	1
BF ₃	CD	4	0.5	1
BF ₃	YD	10	1	2
BF ₃	SD	9	1	2
BF ₄	YD	14	2	1
BF ₅	CD	20	2	1
BF ₅	RD	15	1	1
BF ₆	RD	18	1	1
BF ₇	CD	10	0.5	1
BF ₈	CD	14	2	1
BF ₈	RD	20	1.5	2
BF ₉	CD	9	1	1
BF ₉	RD	15	1	2
BF ₁₀	OD	2	0.5	1
Ограничения на процесс		100	24	2

Правила порождающей грамматики с учетом A_s

$n_0 \rightarrow 1 \{CD\} \{c_{1CD}, t_{1CD}, d_{1CD}\} | 3 \{CD\} \{c_{3CD}, t_{3CD}, d_{3CD}\} | 3 \{SD\} \{c_{3SD}, t_{3SD}, d_{3SD}\}$
 $| 3 \{YD\} \{c_{3YD}, t_{3YD}, d_{3YD}\}$
 $1 \{CD\} \rightarrow 2 \{SD\} \{c_{2SD}, t_{2SD}, d_{2SD}\} | 3 \{CD\} \{c_{3CD}, t_{3CD}, d_{3CD}\} | 3 \{SD\} \{c_{3SD}, t_{3SD}, d_{3SD}\} |$
 $3 \{YD\} \{c_{3YD}, t_{3YD}, d_{3YD}\}$
 $2 \{SD\} \rightarrow 4 \{YD\} \{c_{4YD}, t_{4YD}, d_{4YD}\} | 3 \{CD\} \{c_{3CD}, t_{3CD}, d_{3CD}\} | 3 \{SD\} \{c_{3SD}, t_{3SD}, d_{3SD}\}$
 $| 3 \{YD\} \{c_{3YD}, t_{3YD}, d_{3YD}\}$
 $3 \{CD\} \rightarrow 1 \{CD\} \{c_{1CD}, t_{1CD}, d_{1CD}\} | 2 \{SD\} \{c_{2SD}, t_{2SD}, d_{2SD}\} | 4 \{YD\} \{c_{4YD}, t_{4YD}, d_{4YD}\}$
 $3 \{SD\} \rightarrow 1 \{CD\} \{c_{1CD}, t_{1CD}, d_{1CD}\} | 2 \{SD\} \{c_{2SD}, t_{2SD}, d_{2SD}\} | 4 \{YD\} \{c_{4YD}, t_{4YD}, d_{4YD}\}$
 $3 \{YD\} \rightarrow 1 \{CD\} \{c_{1CD}, t_{1CD}, d_{1CD}\} | 2 \{SD\} \{c_{2SD}, t_{2SD}, d_{2SD}\} | 4 \{YD\} \{c_{4YD}, t_{4YD}, d_{4YD}\}$
 $4 \{YD\} \rightarrow 5 \{CD\} \{c_{5CD}, t_{5CD}, d_{5CD}\} | 5 \{RD\} \{c_{5RD}, t_{5RD}, d_{5RD}\}$
 $5 \{CD\} \rightarrow 6 \{RD\} \{c_{6RD}, t_{6RD}, d_{6RD}\} | 7 \{CD\} \{c_{7CD}, t_{7CD}, d_{7CD}\}$
 $5 \{RD\} \rightarrow 6 \{RD\} \{c_{6RD}, t_{6RD}, d_{6RD}\} | 7 \{CD\} \{c_{7CD}, t_{7CD}, d_{7CD}\}$

Работа ЭС реинжиниринга бизнес-процессов

Поиск решения ЭС	Интеграция работы ЭС и порождающих правил
BF₁ : a_{4key} =True	FOR P _v = n ₀ →1 {CD} ADD P _x = n ₀ →2 {SD} 3 {CD} 3 {SD}3 {YD}
BF₅ : a_{2key} =True	FOR P _v = 4 {YD}→5 {CD} 5 {RD} P _w = 5 {CD}→6 {RD} 7 {CD}; P _w = 5 {RD}→6 {RD} 7 {CD} ADD P _x = 4 {YD}→6 {RD} 7 {CD}
BF₅ : a_{3key} =True	FOR P _v = 4 {YD}→5 {RD} ADD P _x = 4 {YD}→5 {CD}
BF₆ : a_{3key} =True	FOR P _v = 5 {CD}→6 {RD} ADD P _x = 5 {CD}→6 {CD}; 6 {CD}→7 {CD}
BF₈ : a_{3key} =True	FOR P _v = 7 {CD}→8 {RD} ADD P _x = 7 {CD}→8 {CD}; 8 {CD}→9 {CD}
BF₉ : a_{2key} =True	FOR P _v = 8 {CD}→9 {CD}9 {RD}; 8 {RD}→9 {CD}9 {RD} P _w = 9 {CD}→10 {OD}; 9 {RD}→10 {OD} ADD P _x = 8 {CD}→10 {OD};8 {RD}→10 {OD}
BF₁₀ : a_{2key} =True	FOR P _v = 9 {CD}→10 {OD}; 9 {RD}→10 {OD} P _w = 10 {OD}→n _Ф ADD P _x = 9 {CD}→n _Ф ;9 {RD}→n _Ф
BF₃ : a_{3key} =True	FOR P _v = 2 {SD}→3 {SD} 3 {YD} ADD P _x = 2 {SD}→3 {CD};3 {CD}→4 {YD}

Порождение альтернативных вариантов выполнения бизнес-процесса

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{RD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6$ вариантов

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 5\{RD\} \dots - 8$ вариантов

$n_0 - 2\{SD\} - 3\{CD\} - \dots$ 12 вариантов

$n_0 - 2\{SD\} - 3\{SD\} - \dots$ 12 вариантов

$n_0 - 2\{SD\} - 3\{YD\} - \dots$ 12 вариантов

$n_0 - 3\{CD\} - \dots$ 12 вариантов

$n_0 - 3\{SD\} - \dots$ 12 вариантов

$n_0 - 3\{YD\} - \dots$ 12 вариантов

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{RD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{RD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{CD\} - 7\{CD\} - 8\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{CD\} - 7\{CD\} - 8\{RD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{CD\} - 7\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{RD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 1\{CD\} - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 5\{CD\} - 3$ варианта

$n_0 - 1\{CD\} - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 5\{RD\} - 9$ вариантов

$n_0 - 1\{CD\} - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 5\{CD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{CD\} - 9\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 1\{CD\} - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 5\{CD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 8\{RD\} - 9\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 1\{CD\} - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 5\{CD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 9\{CD\} - n_{\Phi}$

$n_0 - 1\{CD\} - 2\{SD\} - 4\{YD\} - 5\{CD\} - 6\{RD\} - 7\{CD\} - 9\{RD\} - n_{\Phi}$