

# Реализация реверсного подхода к проектированию объекта с заданными свойствами: функциональная модель и логическая модель данных

И. И. Каширская, e-mail: irkashir@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

*Аннотация.* На основе методологии IDEF0 разработана функциональная модель реализации реверсного подхода к построению объекта с заданными характеристиками. Описана логическая модель данных для приложения, реализующего реверсный подход.

*Ключевые слова:* бизнес-процесс, функциональная модель, логическая модель данных, IDEF0, IDEF1x, ER-модель.

## Введение

Для описания бизнес-процессов используются различные виды моделей. Динамическая событийная модель описывает процесс функционирования системы в виде последовательности событий и представляется в виде правил, описывающих изменение состояний системы. Каждое правило – это набор из начального состояния, события и реакции на это событие, а также конечного состояния [1].

Обычно предлагается прямая последовательность переходов от начального состояния системы до целевого состояния системы.

Для определенных предметных областей и определенных видов задач (в частности, при проектировании траекторий обучения для получения новых профессиональных навыков) более удобной будет обратная (реверсная) последовательность.

Предлагается сначала описать конечное состояние системы, а затем, пройдя в обратном направлении по цепочкам возможных переходов, получить исходное состояние системы, набор необходимых переходов (действий) и, если необходимо, то и набор промежуточных состояний системы.

## 1. Функциональная модель

Функциональная модель была построена в графической нотации IDEF0 [2]. Модель в этой нотации выглядит как набор блоков, каждый из которых представляет собой «черный ящик» со входом, управлением, выходом и исполняющим механизмом. Каждый блок может быть декомпозирован до необходимого уровня.

На рис. 1 представлена контекстная диаграмма. Выходом основной функции являются набор свойств, описывающих минимальное начальное состояние объекта, необходимое для получения конечного состояния объекта; набор действий, необходимых для осуществления этого перехода; и в зависимости от потребности (в случае, если набор действий формален и детально не представлен) набор свойств, описывающих все промежуточные состояния объекта, с удалением дубликатов свойств и максимальными качественными характеристиками дублирующихся свойств.

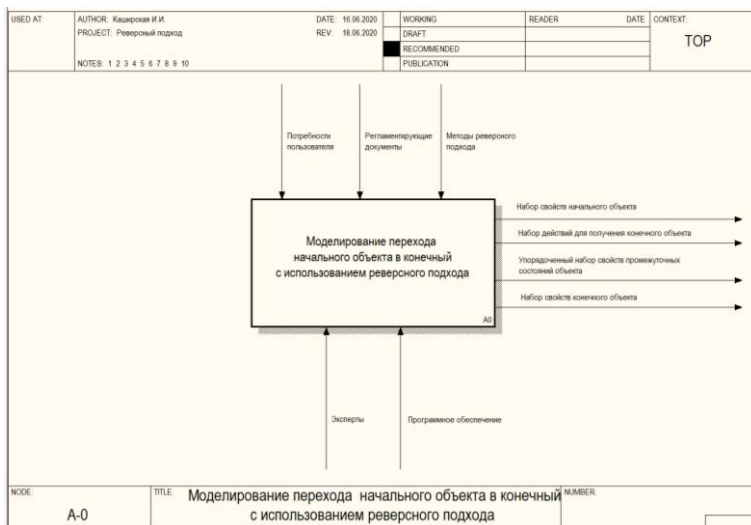


Рис. 1. Контекстная диаграмма

Диаграммы декомпозиции функциональных блоков представлены на рис. 2–5.

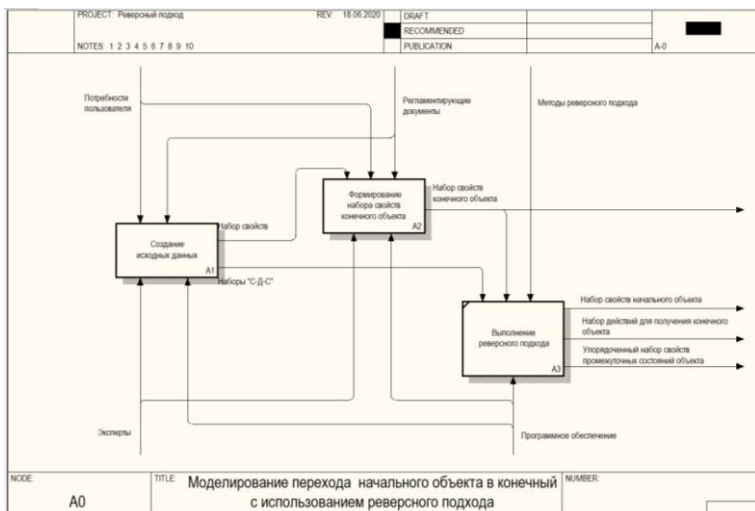


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции функционального блока A0

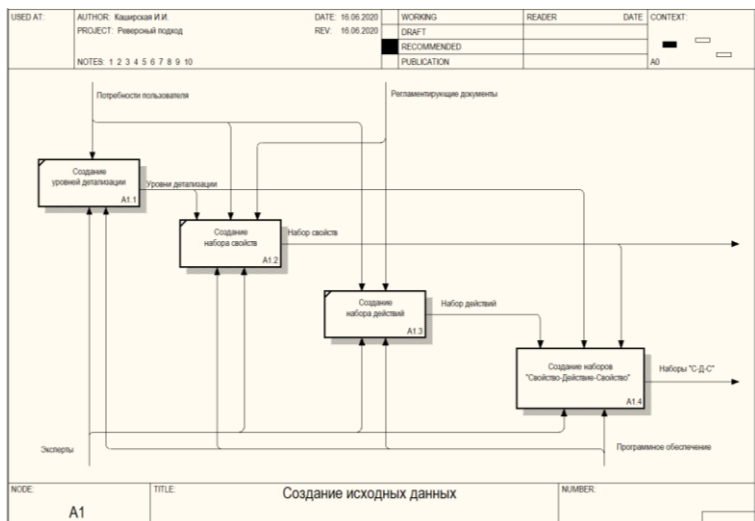


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции функционального блока A1

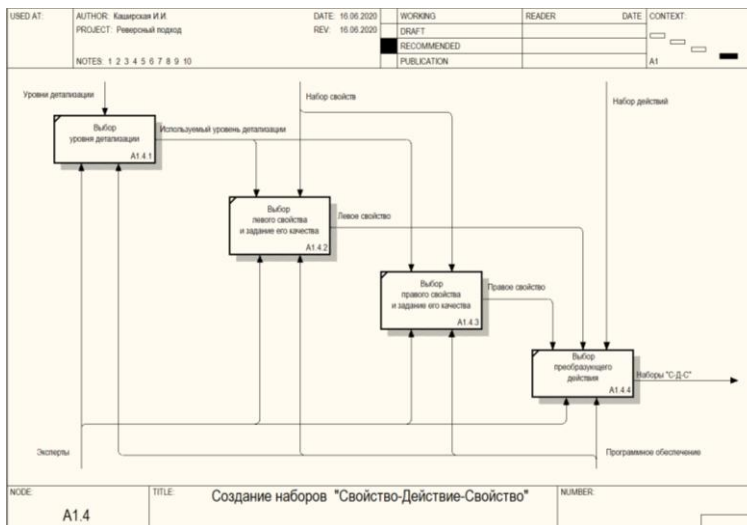


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции функционального блока A1.4

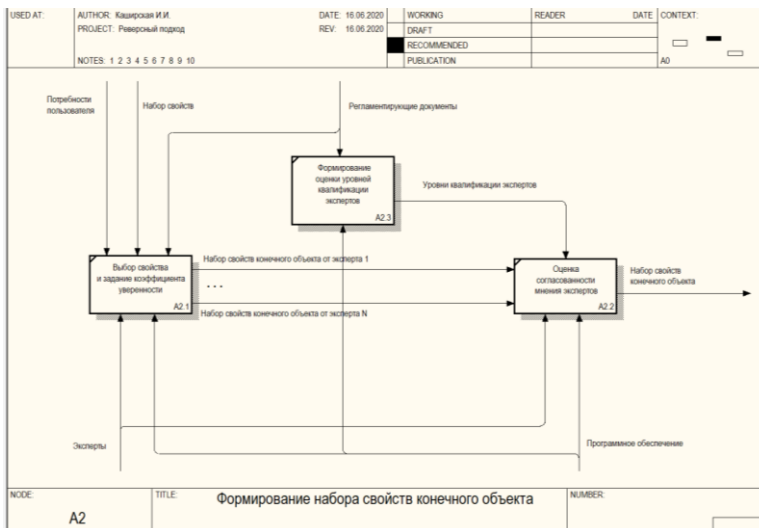


Рис. 5. Диаграмма декомпозиции функционального блока A2

## 2. Логическая модель данных

Для построения логической модели данных была выбрана методология построения ER-диаграмм IDEF1 [3]. Данная методология

разделяет элементы структуры информационной области, их свойства и взаимосвязи. Логическая модель данных в нотации IDEF1x представлена на рис. 6.

Все атрибуты, чье имя начинается на ID..., являются искусственными атрибутами и первичными ключами сущностей и относятся к домену GUID (Globally Unique Identifier).

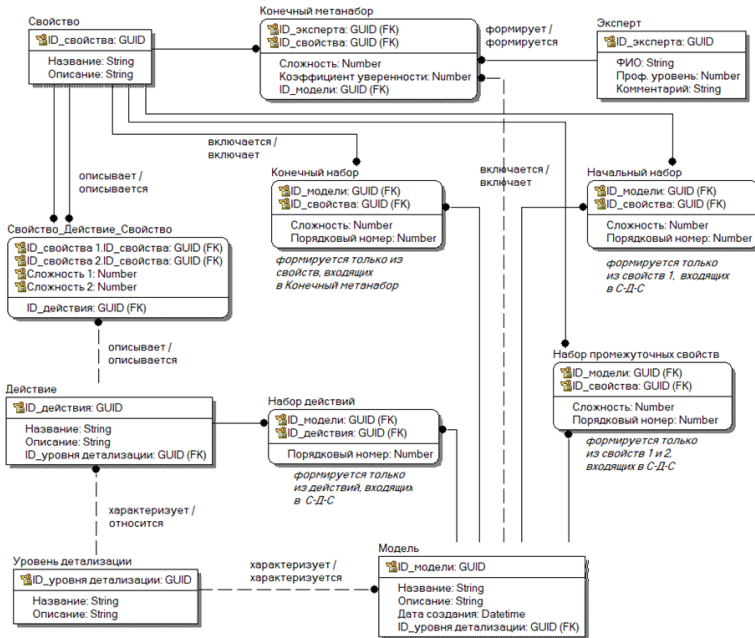


Рис. 6. Логическая модель данных

Сущность «Уровень детализации» хранит информацию о степени детализации свойств объекта; ее структура приведена в табл. 1.

Таблица 1

Сущность «Уровень детализации»

Атрибут	Домен	PK	Описание
ID_уровня детализации	GUID	+	Уникальный идентификатор
Название	String		Краткое название уровня детализации

Например, для создания программ обучения экземпляры данной сущности могут быть следующими: «Названия дисциплин», «Названия модулей», «Названия разделов», «Названия тем», «Названия подтем».

Сущность «Свойство» является справочником такой же структуры, как и сущность «Уровень детализации» и содержит описание характеристики объекта. Например, «Умение выделять фрагмент изображения» или «Знание правил верстки текста».

Сущность «Действие» описывает действия разных уровней детализации; ее структура приведена в табл. 2.

Таблица 2

Сущность «Действие»

Атрибут	Домен	PK	FK	Описание
ID_действия	GUID	+		Уникальный идентификатор
Название	String			Краткое название уровня действия
Описание	String			Описание
ID_уровня детализации	GUID		+	Принадлежность данного действия к конкретному уровню детализации

Например, действием уровня «Названия дисциплин» могут быть дисциплины.

Сущность «Свойство–Действие–Свойство» хранит информацию о преобразовании одного свойства со своей качественной характеристикой в другое свойство со своей качественной характеристикой с помощью конкретного действия; ее структура приведена в табл. 3.

Таблица 3

Сущность «Свойство–Действие–Свойство»

Атрибут	Домен	PK	FK	Описание
ID_свойства 1	GUID	+		Идентификатор левого свойства
ID_свойства 2	GUID	+		Идентификатор правого свойства
Сложность 1	Number	+		Качественная характеристика левого свойства. Принимает значения от 0 до 1 с точностью до 2 десятичных знаков
Сложность 2	Number	+		Качественная характеристика

				правого свойства. Принимает значения от 0 до 1 с точностью до 2 десятичных знаков
ID_действия	GUID		+	Действие, с помощью которого осуществляется преобразование левого свойства в правое свойство

Данная сущность должна содержать «пустой» экземпляр для описания действия в том случае, если необходимо получить не только начальный и конечный наборы свойств, но и перечень всех промежуточных свойств, а набор действий не нужен. В этом случае свойства будут преобразовываться с помощью этого «неважного» действия.

Сущность «Эксперт» хранит информацию об экспертах; ее структура приведена в табл. 4.

Таблица 4

*Сущность «Эксперт»*

Атрибут	Домен	PK	Описание
ID_эксперта	GUID	+	Уникальный идентификатор
ФИО	String		Фамилия, имя, отчество
Профессиональный уровень	Number		Обозначение профессионального уровня имеет значения от 0 до 1 с точностью до 1 десятичного знака
Комментарий	String		Область знаний эксперта

Сущность «Модель» хранит информацию о моделях, сформированных с помощью реверсного подхода; ее структура приведена в табл. 5.

Таблица 5

*Сущность «Модель»*

Атрибут	Домен	PK	FK	Описание
ID_модели	GUID	+		Уникальный идентификатор
Название	String			Краткое название модели
Описание	String			Предназначение модели
Дата создания	Datetime			Дата создания
ID_уровня детализации	GUID		+	Принадлежность к уровню детализации

Сущность «Конечный метанабор» хранит информацию о мнениях экспертов о целесообразности вхождений свойств в конечный набор свойств объекта; ее структура приведена в табл. 6.

Таблица 6

Сущность «Конечный метанабор»

Атрибут	Домен	PK	FK	Описание
ID_эксперта	GUID	+	+	Эксперт
ID_свойства	GUID	+	+	Свойство
Сложность	Number			Качественная характеристика свойства. Принимает значения от 0 до 1 с точностью до 2 десятичных знаков
Коэффициент уверенности	Number			Коэффициент уверенности эксперта в целесообразности присутствия свойства в конечном наборе. Принимает значения от 0 до 1 с точностью до 2 десятичных знаков
ID_модели	GUID		+	Идентификатор модели

Сущность «Конечный набор» содержит набор свойств, характеризующих конечный объект; ее структура приведена в табл. 7.

Таблица 7

Сущность «Конечный набор»

Атрибут	Домен	PK	FK	Описание
ID_модели	GUID	+	+	Идентификатор модели
ID_свойства	GUID	+	+	Идентификатор свойства
Сложность	Number			Качественная характеристика свойства. Принимает значения от 0 до 1 с точностью до 2 десятичных знаков
Порядковый номер	Number	+		Порядковый номер свойства в наборе

Экземпляры данной сущности формируются только из экземпляров сущности «Конечный метанабор», среди которых были удалены свойства, средняя оценка коэффициента уверенности для которых меньше заданной величины, и удалены дубликаты свойств. Сложность складывается из усредненной оценки экспертов

Сущность «Начальный набор» содержит набор свойств, характеризующих начальный объект; ее структура приведена в табл. 8.



Таблица 8

## Сущность «Начальный набор»

Атрибут	Домен	PK	FK	Описание
ID модели	GUID	+	+	Идентификатор модели
ID свойства	GUID	+	+	Идентификатор свойства
Сложность	Number			Качественная характеристика свойства. Принимает значения от 0 до 1 с точностью до 2 десятичных знаков
Порядковый номер	Number	+		Порядковый номер свойства в наборе

Экземпляры данной сущности формируются только из экземпляров сущности «Свойство–Действие–Свойство», откуда выбираются только начальные свойства (атрибут «Свойство 1») цепочек, преобразующих одни свойства в другие (дубликаты свойств удаляются; сложность принимается равной максимальной сложности среди дубликатов).

Сущность «Набор действий» содержит набор действий, необходимых для преобразования начального объекта в конечный; ее структура приведена в табл. 9.

Таблица 9

## Сущность «Набор действий»

Атрибут	Домен	PK	FK	Описание
ID модели	GUID	+	+	Идентификатор модели
ID действия	GUID	+	+	Идентификатор действия
Порядковый номер	Number	+		Порядковый номер действия в наборе. Создается по схеме порядковый номер действия в цепочке преобразований_порядковый номер среди действий одинакового номера в цепочке

Экземпляры данной сущности формируются только из экземпляров сущности «Свойство–Действие–Свойство», откуда выбираются только начальные свойства (атрибут «Свойство 1») цепочек, преобразующих одни свойства в другие.

Сущность «Набор промежуточных свойств» содержит перечень всех промежуточных свойств объекта в том случае, если набор действий не нужен; ее структура приведена в табл. 10.

## Сущность «Набор промежуточных свойств»

Атрибут	Домен	PK	FK	Описание
ID модели	GUID	+		Идентификатор модели
ID свойства	GUID	+		Идентификатор свойства
Сложность	Number			Качественная характеристика свойства. Принимает значения от 0 до 1 с точностью до 2 десятичных знаков
Порядковый номер	Number	+		Порядковый номер свойства в наборе

Экземпляры данной сущности формируются только из экземпляров сущности «Свойство–Действие–Свойство», откуда выбираются только уникальные значения свойств из цепочек, преобразующих одни свойства в другие (дубликаты свойств удаляются; сложность принимается равной максимальной сложности среди дубликатов).

### Заключение

Предложенная функциональная модель была использована при проектировании приложения, осуществляющего построение объекта с заданными характеристиками.

На основе логической модели данных была построена физическая модель данных для данного приложения. В качестве конечного объекта с заданными характеристиками рассматривался обучаемый, обладающий необходимыми компетенциями. В роли свойства использовались компетенция, знание, умение или навык. В роли действия использовались тема, подтема или раздел программы обучения.

С помощью спроектированного и реализованного приложения были построены программы дополнительного обучения, используемые на факультете ПММ ВГУ и на курсах дополнительного образования.

### Литература

1. Мадера А. Г. Бизнес-процессы и процессное управление в условиях неопределенности : Количественное моделирование и оптимизация. / А. Г. Мадера. – Москва : ЛЕНАНД, 2019. – 160 с.
2. Дубейковский В. И. Эффективное моделирование с CA ERwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler). / В. И. Дубейковский. – Москва : Диалог МИФИ, 2014. – 384 с.
3. Черемных С. В. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. / С. В. Черемных, И. О. Семенов, В. С. Ручкин. – Москва : Финансы и статистика, 2003. – 208 с.