

УДК 65.011.56

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ

КУЛАКОВ П.А.

*Филиал ФГБОУ ВПО Уфимского государственного авиационного
технического университета в г. Стерлитамаке
petr20071@mail.ru*

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы построения информационной модели системы управления материальных потоков. В работе использованы ER-Диаграммы, выделены основные сущности, атрибуты и связи между сущностями. Установлены ограничения на отдельные атрибуты и группы атрибутов. Показана реализация представлений данных и подробно рассмотрено создание хранимых процедур на примере системы учета материальных потоков завода по производству цемента.

Ключевые слова: Информационная модель, ER-диаграммы, view, хранимые процедуры.

DEVELOPMENT OF INFORMATION MODEL MANAGEMENT SYSTEM MATERIAL FLOW KULAKOV P.A.

Branch of Ufa State Aviation Technical University in Sterlitamak

Annotation. The paper deals with the building information model material flow control system. We used the ER. Diagrams The basic entities, attributes and relationships between entities. There are restrictions on individual attributes and attribute groups. It is shown that the implementation of these ideas, and discussed in detail the creation of stored procedures as an example of the system of material flow accounting cement production plant.

Keywords: information model, ER-diagrams, view, stored procedures.

Основные проблему и способы их решения по управлению материальными потоками описаны в работах [1-4]. Для реализации предлагаемой системы [4] необходимо построить информационную модель. В соответствии с потребностями функциональными особенностями проектируемой системы (работы [5-10]) сформировали перечень автоматизируемых функций.

Основные пользователи и функции системы приведены на диаграммах вариантов использования и техническом задании на разработку системы. В системе выделено три основных типа пользователей: мастер смены, начальник и технолог, а также 7 основных функций: «учет

состояния оборудования», «учет прихода материальных запасов», «учет расхода материальных запасов», «учет качества», «учет отгрузки», «учет движения материальных потоков и выработки», «статистические отчеты за период», учет пользователей системы и настройка их прав.

Функция 1 «Учет состояния оборудования». Локальная проблемная область этой функции связана с процессом управления оборудованием и рассматривается с точки зрения начальника, технолога и мастера смены.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Дата показания – однозначно идентифицирует каждую запись.

Сведения об оборудовании – наименование оборудования, номер смены, состояние, часы простоя, количество простоев, причина, примечание.

Функция 2 «Учет прихода материальных запасов». Локальная проблемная область этой функции связана с учетом прихода материальных запасов и рассматривается с точки зрения оценки количества и качества поставляемых материалов.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Дата показания – однозначно идентифицирует каждую запись.

Приход в отд. Сырьевой 2 – содержит данные о поступлении известняка с вагонеток, поступлении известняка со склада, огарки автотранспортом, огарки со склада, глины и номер смены.

Приход на склад известняка – содержит данные о поступлении известняка ПКД с вагонеток, поступлении огарки, поступлении известняка автотранспортом и коэффициент для расчета на вагонетки.

Функция 3 «Учет расхода материальных запасов». Локальная проблемная область этой функции связана с учетом расхода материальных запасов и рассматривается с точки зрения оценки количества и качества расходуемых материалов.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Дата показания – однозначно идентифицирует каждую запись.

Расход сырьевой муки – содержит данные о расходе СМ на обжиг и замеры силоса.

Расход отделения Сырьевой 2 – содержит данные о расходе известняка, коэффициент влажности известняка, расход огарки, коэффициент влажности огарок, расход глины, коэффициент влажности глины, номер смены.

Выработка СМ – производный показатель от расхода отделения Сырьевой 2.

Расход газа – показания счётчиков Ругоjet, Ругоclon и Газген, а также их коэффициенты, номер смены.

Расход отделения Сырьевой 1 – содержит данные о расходе известняка и глины в смену.

Выработка шлака - замеры в каждую смену с сушильных барабанов 1, 2 и 3.

Замеры склада клинкера – показания по выгр. 0, 2, 6, 8, 10 и некондиция.

Функция 4 «Учет качества». Локальная проблемная область этой функции связана с учетом качественных показателей работы оборудования и рассматривается с точки технолога и начальника цеха.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Дата показания – однозначно идентифицирует каждую запись.

Качественные показатели: LSF мельницы, LSF силоса, LSF кл, C3S, CaO св, ППП с/м, Степень декарб., t 07.

Функция 5 «Учет отгрузки». Локальная проблемная область этой функции связана с учетом количественных и логистических показателей работы отдела отгрузки и рассматривается с точки зрения перемещения материальных запасов на производстве.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Дата показания – однозначно идентифицирует каждую запись.

Отгрузка в помол: клинкер по счетчику, коэффициент отгрузки по ленточному транспортеру, клинкер автотранспортом с открытого склада, клинкер автотранспортом с полигона.

Отгружено на открытый склад: клинкер автотранспортом.

Отгружено на полигон: клинкер автотранспортом.

Отгружено в вагоны: клинкер в вагоны в тоннах.

Отгружено частнику: клинкер автотранспортом.

Функция 6 «Учет движения материальных потоков и выработки». Локальная проблемная область этой функции связана с учетом количественных показателей работы цеха и качественных показателей работы оборудования и рассматривается с точки зрения выполнения заданного плана.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Сырьевое отделение: часы работы, часы простоя, выработка СМ, производительность, подача СМ на обжиг, а также расход известняка на 1 т СМ.

Остатки сырья: известняк, глина и огарки.

Склад отделения Сырьевой-1: приход (известняк в вагонетках и тоннах, известняк в автомашинах, огарки) и расход (известняк и огарки), остаток (известняк, глина).

Склад отделения Сырьевой-2: приход (известняк в вагонетках и тоннах, известняк со склада, огарки со склада, огарки автотранспортом, глина), расход (известняк, глина и огарки), остаток (известняк, глина, огарки).

Отделение обжиг: часы работы, часы простоя, количество остановок, выработка, производительность, МТВФ.

Отгрузка клинкера: в помол, открытый, полигон, частнику, вагоны, на складе.

Расход газа: Газген, Pyrojet, Pyroclon, удельная норма, общий расход газа.

Функция 7 «Статистические отчеты за период», учет пользователей системы и настройка их прав». Локальная проблемная область этой функции связана с учетом количественных показателей работы цеха и качественных показателей работы оборудования и рассматривается с точки зрения выполнения заданного плана.

При реализации этой функции необходимо учитывать в информационной схеме следующие сведения:

Выработка клинкера: значения выработки за месяц, задание на месяц, значение выработки по операторам, значение выработки по бригадам.

Сотрудники: ФИО, должность, бригада.

Права: логин, пароль, группа пользователей.

Спецификации локальных ограничений и правил

В таблицах указаны только дополнительные ограничения, не отраженные на диаграммах в документе «Иерархическая модель». Для компактности по каждой функции представлено не более одного ограничения некоторого вида (таблица 4.1).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Таблица 4.1 - Ограничения атрибутов и агрегатов

Имя атрибута или агрегата	Тип	Размер	Границы или допустимые значения	Структура	Условие	Многозна чность		Значение по умолчанию
						мин	макс	
Функция 1 «Учет состояния оборудования»								
1. Сведения о оборудовании								
1.1. <i>Наименование</i>	положит. целое		1)			1	М	
1.2. <i>Дата</i>	дата				2)	1	1	5)
1.3. <i>Номер смены</i>	положит. целое		вычисл. 3)			1	М	
1.4. <i>Состояние</i>	положит. целое		4)			1	М	
1.5. <i>Часы простоя</i>	положит. float					1	М	
1.6. <i>Количество постоев</i>	положит. целое					1	М	
1.7. <i>Примечание</i>	строка рус. букв					1	М	
2. Оборудование								
2.1. <i>Наименование</i>	строка рус. букв	<=50				1	1	
3. Состояние								
3.1. <i>Состояние</i>	строка рус. букв	<=50				1	1	
4.1. <i>ФИО</i>	nvarchar	<=50				1	1	
4.2. <i>Должность</i>	положит. целое					1	М	
4.3. <i>Бригада</i>	положит. целое					1	М	
5. Должность								
5.1. <i>Должность</i>	nvarchar	<=50				1	1	
6. Бригада								
6.1. <i>Бригада</i>	nvarchar	<=50				1	1	
Функция 2 «Учет прихода материальных запасов»								
1. Сырьевой 2								
1.1. <i>Дата</i>	дата				2)	1	1	5)
1.2. <i>Известняк с вагонеток</i>	положит. float					1	М	
1.3. <i>Известняк со склада</i>	положит. float					1	М	
1.4. <i>Огарки автотранспортом</i>	положит. float					1	М	
1.5. <i>Огарки со склада</i>	положит. float					1	М	
1.6. <i>Глина</i>	положит. float					1	М	
1.7. <i>Номер смены</i>	положит. целое		вычисл. 3)			1	М	
2. Склад известняка								
2.1. <i>Дата</i>	дата				2)	1	1	5)
2.2. <i>Известняк ПКД с вагонеток</i>	положит. float					1	М	

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Имя атрибута или агрегата	Тип	Размер	Границы или допустимые значения	Структура	Условие	Многозначность		Значение по умолчанию
						мин	макс	
6.1. ФИО	nvarchar	<=50				1	1	
6.2. Должность	положит. целое					1	М	
6.3. Бригада	положит. целое					1	М	
7. Должность								
7.1. Должность	nvarchar	<=50				1	1	
8. Бригада								
8.1. Бригада	nvarchar	<=50				1	1	
Функция 6 «Учет материальных потоков»								
1. Сырьевое отделение								
1.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
1.2. Часы работы	положит. float					1	М	
1.3. Часы простоя	положит. float					1	М	
1.4. Выработка СМ	положит. float					1	М	
1.5. Производительность	положит. float					1	М	
1.6. Расход известняка на 1 т СМ	положит. float					1	М	
1.7. Подача СМ на обжиг	положит. float					1	М	
2. Остатки сырья								
2.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
2.2. Известняк	положит. float					1	М	
2.3. Глина	положит. float					1	М	
2.4. Огарки	положит. float					1	М	
3. Сырьевой 1 (Приход)								
3.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
3.2. Известняк в вагонетках	положит. float					1	М	
3.3. Коэффициент пересчета	положит. float							
3.4. Огарки	положит. float							
3.5. Известняк в автомашинах	положит. float							
4. Сырьевой 1 (Расход)								
4.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
4.2. Известняк	положит. float					1	М	
4.3. Огарки	положит. float							
5. Сырьевой 1 (Остаток)								
5.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
5.2. Известняк	положит. float					1	М	
5.3. Глина	положит. float					1	М	
6. Сырьевой 2 (Приход)								
6.1. Дата	дата				2)	1	1	5)

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Имя атрибута или агрегата	Тип	Размер	Границы или допустимые значения	Структура	Условие	Многозна чность		Значение по умолчанию
						мин	макс	
6.2. Известняк в вагонетках	положит. float					1	М	
6.3. Коэффициент пересчета	положит. float							
6.4. Огарки со склада	положит. float							
6.4. Огарки автотранспортом	положит. float							
6.4. Глина	положит. float							
6.5. Известняк со склада	положит. float							
7. Сырьевой 2 (Расход)								
7.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
7.2. Известняк	положит. float					1	М	
7.3. Огарки	положит. float							
7.4. Глина	положит. float							
8. Сырьевой 2 (Остаток)								
8.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
8.2. Известняк	положит. float					1	М	
8.3. Глина	положит. float					1	М	
8.4. Огарки	положит. float					1	М	
9. Отделение клинкера								
9.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
9.2. Часы работы	положит. float					1	М	
9.3. Часы простоя	положит. float					1	М	
9.4. Количество остановок	положит. целое					1	М	
9.5. Выработка	положит. float					1	М	
9.6. Производительность	положит. float					1	М	
9.7. МТВФ	положит. float					1	М	
10. Отгрузка клинкера								
10.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
10.2. В помол	положит. float					1	М	
10.3. Открытый склад	положит. float					1	М	
10.4. Полигон	положит. float					1	М	
10.5. Частнику	положит. float					1	М	
10.6. Вагоны	положит. float					1	М	
10.7. На складе	положит. float					1	М	
11. Отгрузка клинкера								
11.1. Дата	дата				2)	1	1	5)
11.2. Газген	положит. float					1	М	
11.3. Pyrojet	положит. float					1	М	
11.4. Pyroclon	положит. float					1	М	
11.5. Удельная норма	положит. float					1	М	

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Имя атрибута или агрегата	Тип	Размер	Границы или допустимые значения	Структура	Условие	Многозна чность		Значение по умолчанию
						мин	макс	
11.6. <i>Общий расход</i>	положит. float		Вычисл.			1	М	
12. Сотрудники								
12.1. <i>ФИО</i>	nvarchar	<=50				1	1	
12.2. <i>Должность</i>	положит. целое					1	М	
12.3. <i>Бригада</i>	положит. целое					1	М	
13. Должность								
13.1. <i>Должность</i>	nvarchar	<=50				1	1	
14. Бригада								
14.1. <i>Бригада</i>	nvarchar	<=50				1	1	
Функция 7 «Статистические отчеты, учет пользователей системы и настройка прав»								
1. Выработка клинкера								
1.1. <i>Значения выработки за месяц</i>	дата				2)	1	1	5)
1.2. <i>Задание на месяц</i>	положит. float					1	М	
1.3. <i>Значение выработки по операторам</i>	положит. float					1	М	
1.4. <i>Значение выработки по бригадам</i>	положит. float					1	М	
2. Сотрудники								
2.1. <i>ФИО</i>	nvarchar	<=50				1	1	
2.2. <i>Должность</i>	положит. целое					1	М	
2.3. <i>Бригада</i>	положит. целое					1	М	
3. Права								
3.1. <i>Логин</i>	nvarchar	<=50				1	1	
3.2. <i>Пароль</i>	nvarchar	<=50				1	1	
3.3. <i>Группа пользователей</i>	положит. float							
4. Должность								
4.1. <i>Должность</i>	nvarchar	<=50				1	1	
5. Бригада								
5.1. <i>Бригада</i>	nvarchar	<=50				1	1	

Примечания:

- 1) из справочника.
- 2) Дата <= Текущая дата; Дата < Текущая дата – 5 лет.
- 3) Вычисляется по текущему времени. Может принимать значения 1, 2 или 3.
- 4) из справочника состояний
- 5) по умолчанию текущая дата
- 6) принимает значения 1, 2 или 3

Глобальная информационная модель системы.

В результате проектирования локальных ER-моделей, соответствующих локальным моделям автоматизируемых функций, получены нормализованные локальных ER-модели, включающие от 2 до 8 сущностей в третьей нормальной форме. Разработанные спецификации ограничений и правил поддержания целостности включают все ограничения и правила, полученные на предыдущем этапе и трансформированные для локальных ER-моделей.

Далее в совокупности локальных ER-моделей выявляются эквивалентные сущности, категории сущностей, дублирование атрибутов и связей. Результаты анализа в дальнейшем используются для синтеза глобальной ER-модели.

Выявление эквивалентных сущностей

Выявлено, что следующие сущности являются эквивалентными:

- 1) «Сотрудник» во всех функциях эквивалентна.
- 2) «Должность» во всех функциях эквивалентна.
- 3) «Бригада» во всех функциях эквивалентна.

Выявление подсущностей и категорий сущностей

Выявлено, что следующие сущности не являются подсущностями / категориями других сущностей.

Выявление дублирования атрибутов и связей

Выявлены следующие дублирующиеся атрибуты:

1) Атрибут «Сырьевой 2 (Приход). Коэффициент пересчета» функции 6 «Учет материальных потоков» и атрибут «Сырьевой 2 (Приход).Коэффициент пересчета» функции 6 «Учет материальных потоков»;

2) Атрибуты «Дата» и атрибут «Смена» из таблиц дневного прихода, расхода и остатков дублируются и выделены в отдельную сущность.

Дублирующиеся связи не выявлены.

Далее из совокупности локальных ER-моделей строится единая глобальная ER-модель путем слияния эквивалентных сущностей, синтеза обобщенных сущностей и их категорий, устранения дублирования атрибутов и связей. На рисунке 1 показана информационная модель для формирования ежедневных рапортов, а на рисунке 2 – представления, т.е. виртуальные таблицы необходимые для составления отчетностей за период. Данные аналогичные этим таблицам можно было бы получить также через сложные запросы, непосредственно при формировании отчетов или создавая Представления (View).

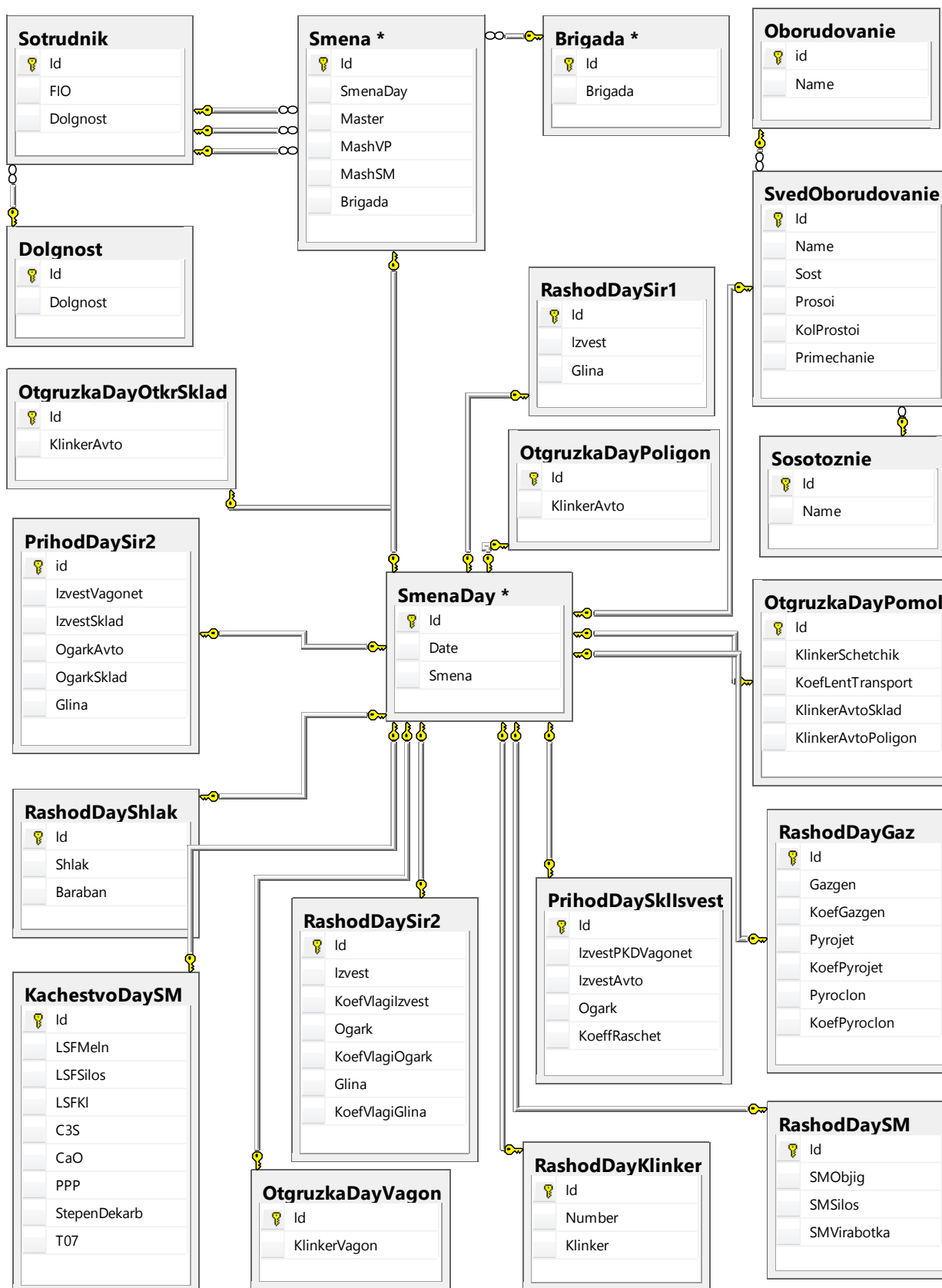


Рисунок 1 – Информационная модель ежедневных рапортов

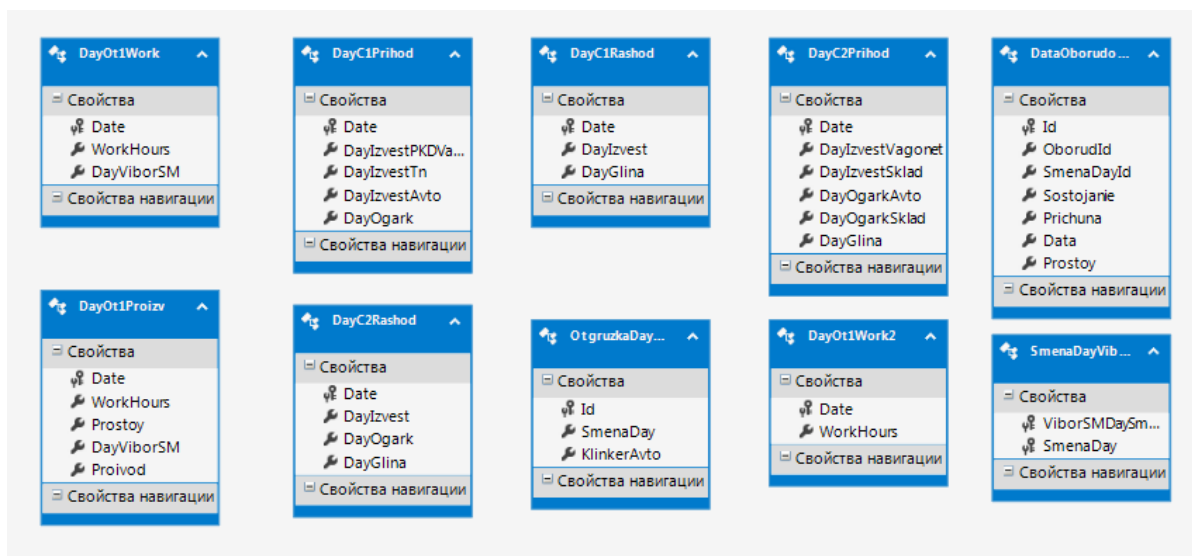


Рисунок 2 – Классы соответствующие таблицам материальных потоков, формируемых через представления

Далее сформировали физическую модель базы данных. Пример создания таблицы Smena показан на рисунке 3.

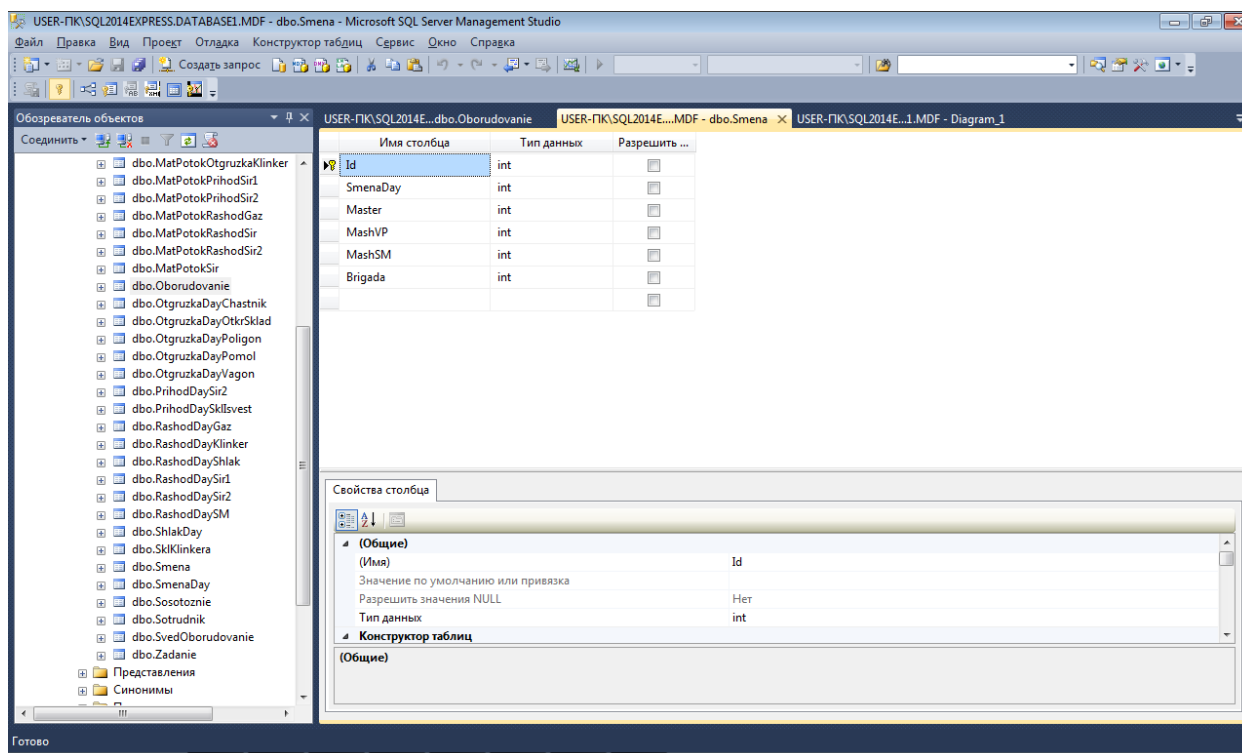


Рисунок 3 – Физическая модель таблицы сотрудник

На заключительном этапе создали отношения для физической модели базы данных. Пример отношений для таблицы SmenaDay показан на рисунке 4.

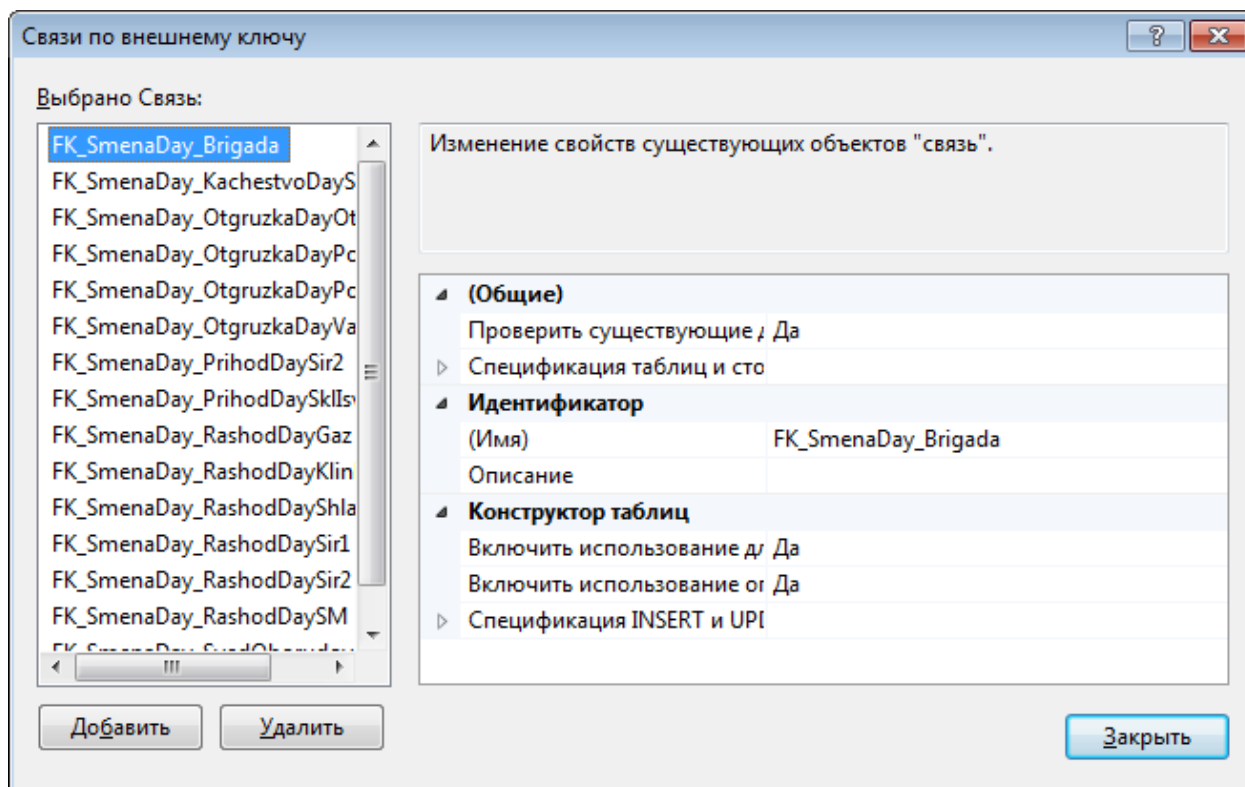


Рисунок 4 – Формирование отношений для таблицы SmenaDay

Разработка представлений для формирования отчетностей

С целью упрощения формирования ежедневных отчетов и статистического анализа данных, было сформированы представления для получения данных в программе в необходимом разрезе, а также хранимые процедуры для динамического выбора данных. На рисунках 5-7 показаны примеры представлений и хранимых процедур.

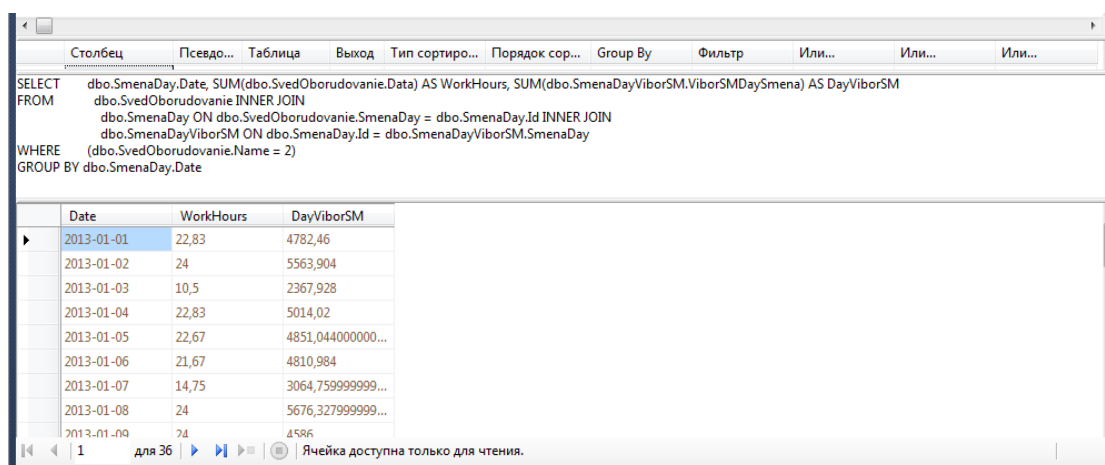


Рисунок 5 – Представления часов работы и выработки СМ

```

SELECT  dbo.SmenaDay.Date, SUM(dbo.SvedOborudovanie.Data) AS WorkHours, SUM(dbo.RashodDaySM.SMObjig) AS DayRashodSMObjig,
        24 - SUM(dbo.SvedOborudovanie.Data) AS Prostozy, CASE WHEN SUM(dbo.SvedOborudovanie.Data) > 0 THEN SUM(dbo.RashodDaySM.SMObjig)
        / (1.69 * SUM(dbo.SvedOborudovanie.Data)) ELSE 0 END AS DayViborSM
FROM    dbo.SvedOborudovanie INNER JOIN
        dbo.SmenaDay ON dbo.SvedOborudovanie.SmenaDay = dbo.SmenaDay.Id INNER JOIN
        dbo.RashodDaySM ON dbo.SmenaDay.Id = dbo.RashodDaySM.SmenaDay
WHERE   (dbo.SvedOborudovanie.Name = 1)
GROUP BY  dbo.SmenaDay.Date
    
```

Date	WorkHours	DayRashodSM...	Prostozy	DayViborSM
2015-01-01	24	5239	0	129,16666666666666
2015-01-02	24	5299	0	130,64595660749507
2015-01-03	24	5027	0	123,93984220907298
2015-01-04	23,42	4711	0,5799999999999999	119,02536142173534
2015-01-05	23,5	4528	0,5	114,0123379075916

Рисунок 6 – Представления дневных показателей отделения обжига

```

SELECT  MONTH(Date) AS Месяц, SUM(WorkHours) AS WorkHoursMonth, SUM(Prostozy) AS ProstozyMonth, SUM(DayViborSM) AS MonthVibor, SUM(DayViborSM)
        / SUM(WorkHours) AS ProizvodMonth
FROM    dbo.DayOtlProizr AS t
GROUP BY  MONTH(Date)
    
```

Месяц	WorkHoursMo...	ProstozyMonth	MonthVibor	ProizvodMonth
1	629,2499999999999	114,75	116292,12199999999	184,8106825586...
2	97,08	22,92	16701,448	172,0379892871...

Рисунок 7 – Представления дневных показателей сырьевого отделения

Таким образом построена информационная модель, установлены связи между сущностями, показаны представления для формирования отчетов за различные периоды и по различным показателям. Результаты работы необходимо использовать при проектировании статической и динамической моделей программного средства.

Список литературы

1. Система расчета материальных балансов I-DRMS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.indusoft.ru/products/indusoft/I_DRMS/ (дата обращения: 09.09.2015).
2. Система оптимизации балансов теплоснабжающей организации: пат. 117672 Рос. Федерация: МПК В28В1/08. А.Э. Ананьин, А.А. Санников, С.С. Синтульский; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Институт системного мониторинга». – № 2011124627/08; заявл. 17.06.2011; опубл. 27.06.2012, Бюл. № 16/2013. – 10 с.
3. Способ контроля состояния инженерных сетей и калибровки каналов измерения параметров потоков: пат. 2287683 Рос. Федерация: МПК Е21В47/10. Ю.И. Зозуля, С.И. Братцев, Н.М. Сибатуллин, М.А. Слепян; заявитель и патентообладатель Межрегиональное открытое акционерное общество «НЕФТЕАВТОМАТИКА». – № 2002118833/03; заявл. 12.07.2002; опубл. 20.11.2006., – 12 с., ил.
4. Кулаков П.А., Чариков П.Н. Модель системы оптимизации процесса управления материальными потоками // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. Т. 18. № 4 С. 469-

475.

5. Чариков П.Н., Кулаков П.А., Шишкина А.Ф. Управление информационными ресурсами процесса учета энергетических затрат // Научное обозрение. 2015. № 8. С. 388-393.

6. COBIT 5: Бизнес-модель по руководству и управлению ИТ на предприятии. М: Isaca. 2012. 94 с.

7. Кулаков П. А., Чариков П. Н. Моделирование бухгалтерского и управленческого учета материальных потоков на предприятиях нефтехимии Научное обозрение. 2015. № 12. С. 409-413

8. Кулаков П.А., Шишкина А.Ф., Карасев Е.М. Управление функционированием объектов нефтехимии на основе менеджмента риска // Современные проблемы науки и образования. 2014. №6; URL: www.science-education.ru/120-16482 (дата обращения: 07.03.2015).

9. Кулаков П.А. Обеспечение безопасности технологической установки производства олигопипериленового синтетического каучука: Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. 05.26.03: Казань, 2011. 121 с.

10. Чариков П.Н. Системное моделирование организационного управления машиностроительным предприятием при производстве под заказ: Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.13.06: Уфа, 2004. -162 с.
