

*Е.А. Меркина**

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ

Существующие специализированные пакеты программ для проектирования рецептур продуктов питания имеют ряд недостатков, таких как высокая стоимость, ограниченность сведений по альтернативным сырьевым ингредиентам, отсутствие подсистемы (модуля) оптимизации рецептуры по совокупности критериев пищевой, биологической и энергетической ценности.

Для проектирования многокомпонентных пищевых систем предлагается использовать автоматизированную информационную систему (АИС), преимуществами которой являются: невысокая стоимость, доступная большинству средних и малых предприятий; возможность включения в состав рецептур как простых (однофазных), так и сложных (многофазных) продуктов, среди которых могут быть и конечные полуфабрикаты предприятий-поставщиков, а также полуфабрикаты

* Работа выполнена под руководством канд. пед. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.И. Муратовой, канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.Г. Толстых.

собственного производства; удобный интерфейс, возможность оптимизации рецептов с учетом технологических особенностей конкретного пищевого предприятия [1].

Алгоритмическое и программное обеспечение АИС для расчета и оптимизации рецептов многокомпонентных пищевых систем базируется на объектно-ориентированном представлении знаний, основным достоинством которого является возможность наследования свойств и методов совместно с добавлением новых расчетных формул, учитывающих расширение сырьевого ассортимента, особенности производства, технико-экономические показатели процессов, протекающих в аппаратах технологической линии. В частности, может решаться задача проектирования пищевого продукта с заданными характеристиками из множества альтернатив ингредиентного состава с сохранением качественных показателей на заданном уровне с допустимым (или минимальным) уровнем себестоимости.

Отличительной особенностью объектно-ориентированного подхода к проектированию рецептов многокомпонентных пищевых систем является представление рецептуры в виде иерархической структуры (рис. 1). Каждая из вершин иерархической структуры представляет собой объект (готовый продукт, полуфабрикат, сырье). Каждый уровень иерархии соответствует определенной стадии изготовления пищевого продукта и может иметь свое, индивидуальное, число вершин, расположенных ниже по иерархии [2].

На рисунке 1 показана трехуровневая иерархия расчета рецептов, где первый индекс – номер уровня, второй – номер компонента рецептурной смеси. Алгоритм расчета многофазной рецептуры пищевого продукта начинается с расчета последнего уровня в наиболее длинной ветви иерархической структуры расчета.

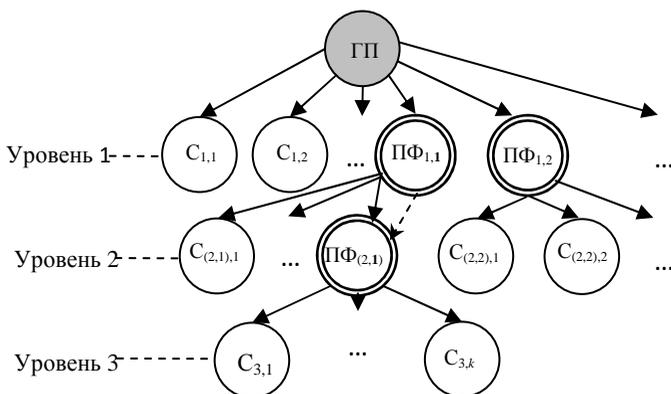


Рис. 1. Иерархическая структура рецептуры пищевого продукта:
ГП – готовый продукт; С – сырье; ПФ – полуфабрикат

При проектировании рецептур пищевых продуктов обычно определяют расход сырья на 1 т каждого полуфабриката и находят количество каждого вида сырья на часть полуфабриката, расходуемого на изготовление 1 т готового изделия. В заключение рассчитывают суммарное количество сырья на 1 т готового изделия с учетом предельно-допустимых потерь сухого вещества. Форма записи рецептуры представляет собой набор унифицированных таблиц, в которых производится расчет расхода компонентов для каждой стадии производства продовольственного продукта. Набор таблиц снабжается единой заключительной таблицей сводного расхода сырья на изделие в целом.

Таким образом, специфика расчета рецептур многокомпонентных пищевых систем состоит в том, что все расчетные данные связаны между собой. Так, расчетное значение расходных норм полуфабриката для получения 1 т готовой продукции используется в дальнейшем как заданный выход соответствующего полуфабриката.

Для проектирования рецептур кондитерских изделий была разработана объектная модель на языке UML. В состав модели входят следующие блоки: Расчетный модуль, Проверочный модуль, Первый расчетный триггер, Второй расчетный триггер, Третий расчетный триггер (рис. 2). Триггеры в терминологии языка UML имеют два состояния: «Расчет завершен» и «Расчет не завершен». Созданные три расчетных триггера осуществляют соответственно расчет расхода компонентов на пофазную загрузку, на 1 т полуфабриката и на 1 т готовой продукции, обеспечивая тем самым заполнение расчетных граф унифицированных таблиц. Расчет считается законченным, если все величины покомпонентных граф перешли из состояния NaN («Not a number») в состояние Number. Вычисления производятся с регулируемой точностью.

Данные из блока «Расчетный модуль» готового изделия поступают во вспомогательный «Проверочный модуль», в котором проверяется готовность триггеров. Если все триггеры переведены в состояние «Расчет закончен», управление передается финишному модулю. В противном случае вычислительный поток направляется последовательно в расчетные триггеры с учетом специфики конкретной иерархии рецептуры. Далее из блока «Расчетный триггер» полученные данные поступают в блок «Проверочный модуль», где рекурсивно осуществляется расчет сводной таблицы рецептуры и проверка баланса.

В результате проверки может выясниться, что в сводной таблице присутствуют пустые поля (состояние NaN), и тогда работа триггеров возобновляется.

Разработанная автоматизированная информационная система, основанная на использовании объектно-ориентированного представления информации, предназначена для оперативного расчета и оптимизации рецептур в условиях variability сырья.

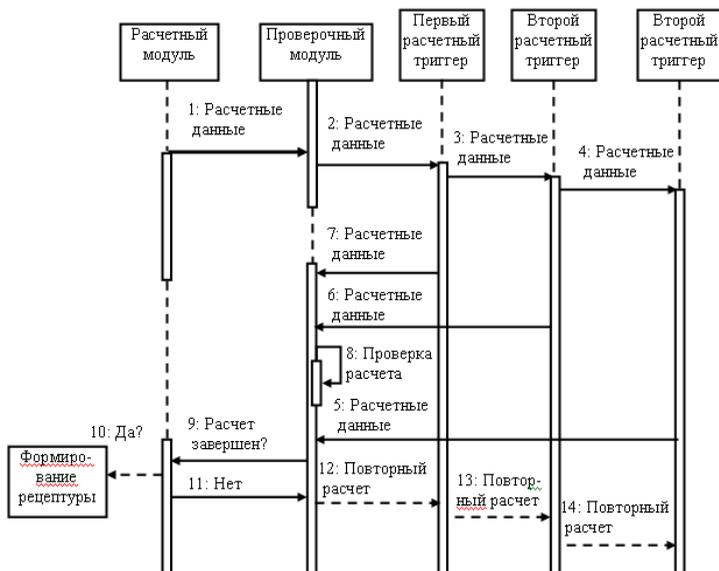


Рис. 2. МЛ-диаграмма «последовательности»

Она может применяться для расчетов унифицированных рецептов с учетом возможности взаимозаменяемости сырья и для проектирования рецептов продуктов питания нового поколения. В настоящее время программное обеспечение для расчета рецептов кондитерских изделий прошло тестирование, а программный модуль для оптимизации рецептов по пищевой и энергетической ценности находится в стадии разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка алгоритмического и программного обеспечения для расчета рецептов / Н.В. Донских, Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.С. Толстых // Инновационные технологии и оборудование для пищевой промышленности (приоритеты развития) : материалы III Международной научно-технической конференции. – Воронеж, 2009. – Т. 2. – С. 368 – 372.
2. К решению задачи разработки оптимального состава сложных многокомпонентных пищевых систем / Е.И. Муратова, С.С. Толстых, С.Г. Толстых, Д.В. Леонов // Математические методы в технике и технологиях (ММТТ-23) : – сборник трудов 23-й Международной научной конференции Белгород, 2010. – С. 56 – 59.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*