

УДК 664.03, 664.08, 637.2

## Компьютерное моделирование аппаратурно-технологических комплексов пищевой промышленности

Д-р техн. наук В. А. БАЛЮБАШ, канд. техн. наук С. Е. АЛЁШИЧЕВ,  
И. И. БРИДЕНКО

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО  
Институт холода и биотехнологий  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

**The big volume of experimental researches is necessary for studying hardware — technological complexes of the food-processing industry on real objects. Computer modelling of technological processes considerably allows to simplify procedure of researches and to reduce their terms. For adequate modeling correctly it is necessary to establish connections between elements of the real equipment.**

**Keywords:** technological processes, model, controlling influences.

**Ключевые слова:** технологические процессы, модель, управляющие воздействия.

Аппаратурно-технологические комплексы пищевой промышленности с точки зрения автоматизации представляют собой сложные технические системы. На работу таких систем, как правило, значительное влияние оказывают элементы неопределенности входных параметров. Чаще всего это может быть обусловлено нестабильностью технологических параметров (факторов) исходного сырья, поступающего, например, из различных источников, влияние на которые невозможно или ограничено.

Для изучения статических и динамических характеристик таких комплексов, особенностей технологических процессов и аппаратов предлагается использовать возможности компьютерного моделирования — одного из самых мощных инструментов анализа и проектирования, который в настоящее время применяется при разработке и функционировании сложных химических, био- и пищевых технологий и производств, а также систем управления. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать в силу их возможности проводить так называемые вычислительные эксперименты, в тех случаях, когда реальные эксперименты затруднены из-за финансовых, физических препятствий или могут дать непредсказуемый результат.

Под компьютерной моделью аппаратурно-технологического комплекса следует понимать его условный образ, описанный с помощью взаимосвязанных между собой компьютерных зависимостей, формул, блок-схем, рисунков, анимационных фрагментов и т. д., отображающий структуру и взаимосвязи между элементами реального аппаратурно-технологического комплекса.

Сущность компьютерного моделирования состоит в замене исходного технологического объекта (процесса) его математической моделью и в дальнейшем изучении полученной модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов.

Компьютерное моделирование позволяет проводить серии вычислительных экспериментов на компьютере, целью которых является анализ, интерпретация и сопоставление результатов моделирования с реальным поведе-

нием изучаемого объекта и, при необходимости, последующее уточнение модели.

Одним из видов компьютерного моделирования является имитационное моделирование, в ходе которого исследуются математические модели в виде алгоритмов, воспроизводящих функционирование исследуемой системы путем последовательного выполнения большого количества элементарных операций.

Для реализации таких моделей разрабатывается специальный моделирующий алгоритм, в соответствии с которым вычислительный комплекс формирует информацию, описывающую элементарные процессы исследуемого комплекса с учетом взаимосвязей и взаимных влияний. При этом моделирующий алгоритм строится в соответствии с логической структурой комплекса с сохранением последовательности протекающих в нём процессов и отображением его основных состояний. Для компьютерной реализации алгоритма используют самые разнообразные языки программирования такие как C++, Паскаль, Дельфи и др.

При составлении программ основные зависимости между виртуальными органами управления, оборудованием, приборами контроля должны быть представлены в виде формул, графиков, циклограмм или сопровождаться подробным словесным описанием. К примеру — при перемещении ручки управления от крайнего левого положения до крайнего правого положения показания прибора изменяются от второго деления до семнадцатого.

Особое значение для быстрого и качественного освоения приемов работы с такой моделью имеет визуализация на экране компьютера применяемого оборудования, органов управления, приборов контроля, сигнализации и т. д. Изображение виртуального оборудования должно быть максимально приближено к реальному, т. е. должно быть «узнаваемо» и подчиняется тем же командам, что и реальные объекты. Для управления исполнительными механизмами за счет разного рода переключателей целесообразно использовать компьютерную мышь (рис. 1).

Так для моделирования процесса производства масла способом непрерывного сбивания сливок с приме-

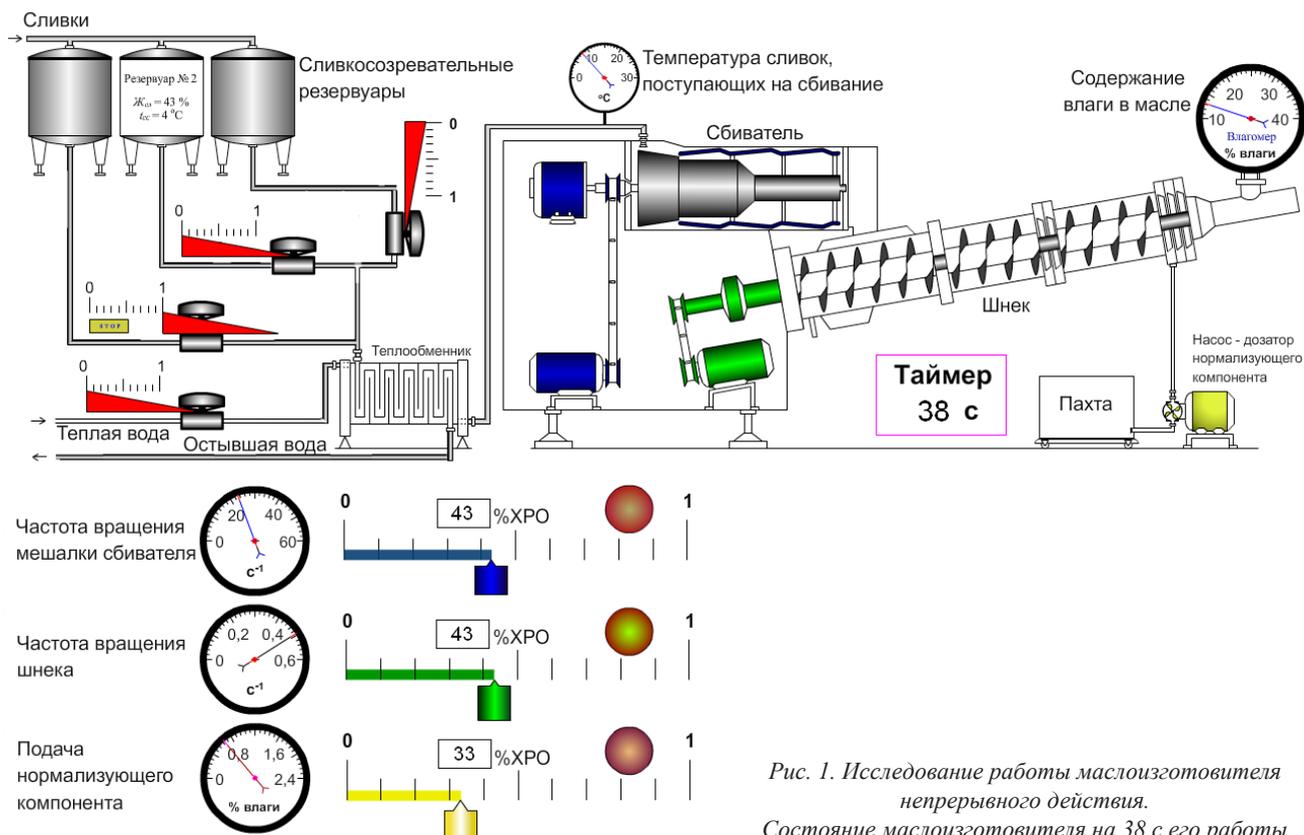


Рис. 1. Исследование работы маслоизготовителя непрерывного действия.  
Состояние маслоизготовителя на 38 с его работы

нием маслоизготовителя непрерывного действия необходимо предусмотреть следующие связи:

— органа управления температурой сливок, поступающих на сбивание и соответствующего показывающего прибора;

— органа управления частотой вращения мешалки сбивателя и соответствующего показывающего прибора;

— органа управления частотой вращения шнека и соответствующего показывающего прибора;

— органа управления подачей нормализующего компонента и соответствующего показывающего прибора;

— всех перечисленных органов управления, а также органа управления подачей сливок в сбиватель и формированием параметра влажности масла на выходе маслоизготовителя.

Предложенный метод позволяет решать сложные технические задачи. Рассматриваемый процесс может одновременно содержать элементы непрерывного и дискретного действия, может быть подвержен влиянию многочисленных случайных факторов и т.п. Однако он не требует создания специальной аппаратуры для каждой

новой задачи и позволяет легко изменять значения возмущающих воздействий и управляющих факторов. При наличии вычислительной техники высокой производительности метод имитационного моделирования позволяет проводить исследования, требующие проведения большого количества экспериментов в различных условиях.

### Список литературы

1. Компьютерные технологии при проектировании и эксплуатации технологического оборудования/Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко, В. А. Головацкий, Е. И. Верболоз. — СПб.: ГИОРД, 2012.
2. Балубаш В. А. Формирование многоканальной системы стабилизации влажности сливочного масла./В. А. Балубаш, С. Е. Алёшичев. // Сыроделие и маслоделие. 2007. №2.
3. Бриденко И. И. Методическое и практическое руководство по разработке интерактивных приложений и виртуальных практикумов в среде Флеш. Часть третья. Основы проектирования в среде Flash MX. — СПб.: СПбГУНиПТ, 2006.