

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д.В. Леонов, Е.И. Муратова, С.И. Дворецкий

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов», ФГБОУ ВПО «ТГТУ»;
topt@topt.tstu.ru*

Ключевые слова и фразы: желейные конфеты; реологические характеристики; системный анализ; технологическая схема; технoхимический контроль; функциональные продукты питания; CASE-технология.

Аннотация: Предложена CASE-модель процесса разработки новых видов кондитерских изделий. Рассмотрено ее применение при разработке рецептуры желейных конфет функционального назначения и технологического процесса их изготовления.

При разработке новых видов кондитерских изделий функционального назначения приходится учитывать большое количество различных факторов и ограничений. В связи с этим для моделирования процесса разработки нового вида кондитерских изделий функционального назначения выбрана и использована CASE-технология, включающая методологию SADT (принципы и методы моделирования), стандарт IDEF0 (правила построения и обозначения моделей) и средство автоматизации процесса моделирования BPwin (программный продукт) [1].

CASE-технология включает представление процесса разработки рецептуры и технологического процесса изготовления кондитерских изделий в виде контекстной диаграммы (рис. 1), на которой показаны функциональные связи этого процесса с внешней средой.

В соответствии с требованиями к этапам жизненного цикла функциональных продуктов питания в CASE-модели в качестве входных данных принимаются требования к расширению ассортимента продуктов функционального назначения, сформулированные в концепции продовольственной безопасности РФ [2]. Управляющие воздействия включают: 1) данные маркетинговых исследований, учитывающие результаты социологических исследований потребительских мотиваций и отношения к созданию функциональных продуктов, а также фактическое потребление продуктов питания населением региона; 2) санитарно-гигиенические требования, учитывающие сведения о токсичных веществах, загрязняющих пищевое сырье и готовую продукцию; 3) данные мониторинга заболеваемости населения региона, позволяющие определить функциональную направленность пищевого продукта; 4) данные патентного поиска и анализа опыта прикладных исследований, учитывающие новейшие разработки при создании пищевых продуктов и применении физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Результатом разработки рецептуры и технологии новых видов кондитерских изделий функционального назначения является комплект технической и патентно-правовой документации на новый продукт, включающий: технические условия, технологические инструкции, патент на изобретение, права на товарный знак и др.

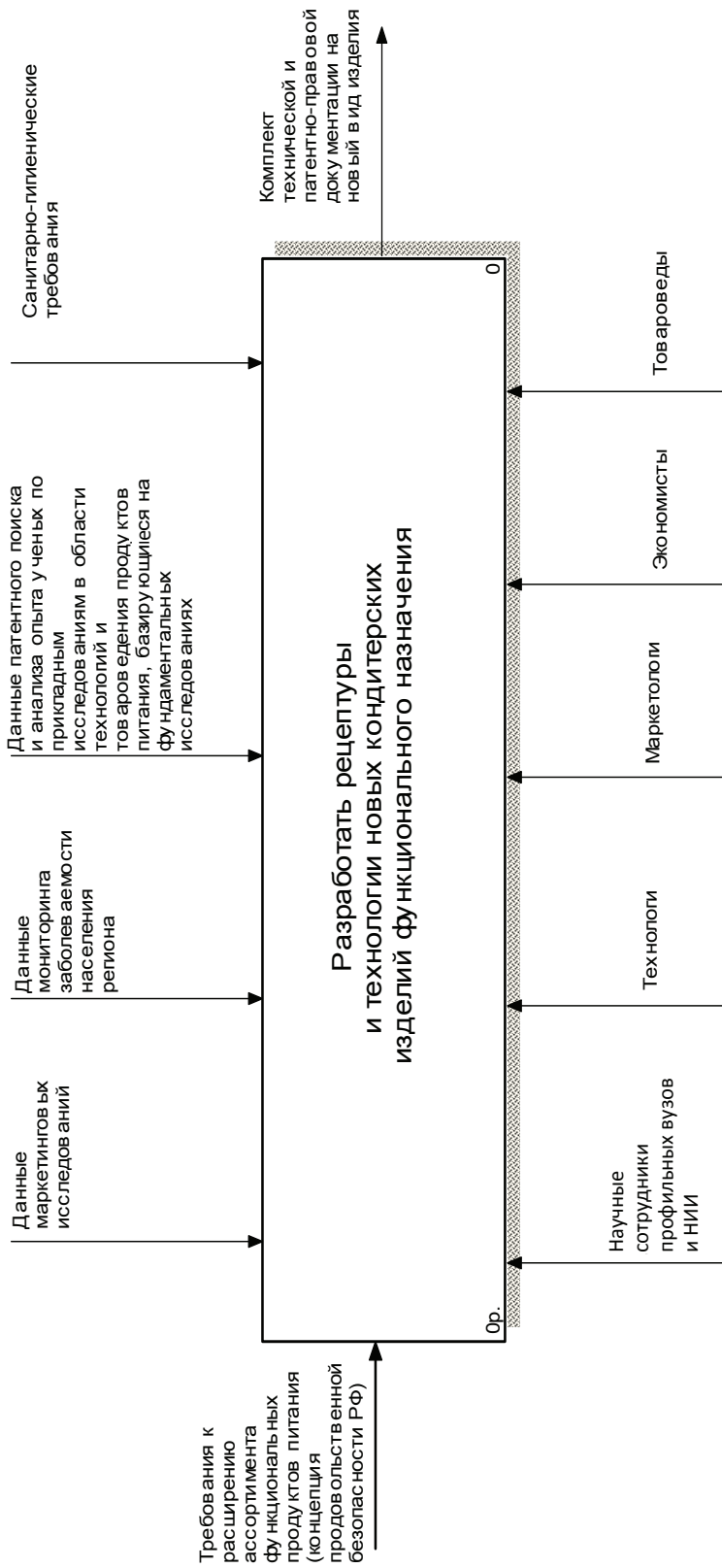


Рис. 1. Контекстная IDEF0-диаграмма

Этапы CASE-технологии связаны с детализацией функционального блока контекстной диаграммы (рис. 2) и представления процесса разработки кондитерских изделий функционального назначения в виде иерархической структуры отдельных диаграмм, на которых представлены участники процесса разработки, их действия и связи между ними. Таким образом, процесс разработки новых видов кондитерских изделий состоит из четырех основных этапов (см. рис. 2): 1) составление рецептуры изделия; 2) разработка способа производства; 3) технoхимический контроль производства; 4) разработка и утверждение комплекта технической документации на новый продукт.

Первый этап разработки новых видов кондитерских изделий блок 1 (см. рис. 2) более детально представлен на рис. 3.

В блоке 1 на рис. 3 обосновывается выбор ассортиментной группы продуктов для проектирования, в блоке 2 – выбор физиологически функциональных пищевых ингредиентов, в блоке 3 производится анализ состава и технологических свойств исходного сырья, а в блоке 4 устанавливаются количества вносимых ингредиентов, рассчитывается и оптимизируется рецептура изделия.

При разработке желейных конфет функционального назначения в качестве студнеобразователя в блоке 1 (см. рис. 3) выбираем тип и марку пектина. Желейные массы на основе пектина Unipectin PG DS обладают наименьшей вязкостью в рассматриваемом диапазоне температур, что способствует снижению энергозатрат на стадии отливки желейных масс и предотвращению неравномерного распределения массы в крахмальной форме. Прочность желейных студней, полученных на его основе выше, чем при использовании других пектинов, что позволяет добиться заданных значений структурно-механических характеристик студня при меньшем расходе студнеобразователя.

В качестве функциональных ингредиентов в блоке 2 (см. рис. 3) выбираем концентрированный водный экстракт листьев крапивы двудомной (ТУ 9169-037-20680882-03) и аскорбиновую кислоту. Проведенные в блоке 3 (см. рис. 3) исследования показали, что использование фитодобавок крапивы двудомной в рецептурных композициях желейных конфет приводит к существенному изменению реологических характеристик желейных полуфабрикатов (рис. 4, 5). При этом различные формы добавок по-разному влияют на реологическое поведение желейных масс и студней. Выбор в пользу концентрированного водного экстракта сделан на основе того, что он значительно превосходит другие рассмотренные фитодобавки крапивы по содержанию БАВ и способствует снижению вязкости желейной массы. Однако использование фитодобавок крапивы в большинстве случаев не позволяет добиться содержания БАВ в продукте на уровне, предусмотренном требованиями нормативной документации. Поэтому для создания желейных конфет функционального назначения С-витаминной направленности дополнительно заменяем часть рецептурной нормы лимонной кислоты аскорбиновой кислотой. Совместное использование экстракта крапивы и аскорбиновой кислоты позволяет повысить сохранность последней при производстве и хранении конфет за счет присутствия в растительном сырье биофлавоноидов, замедляющих окисление аскорбиновой кислоты.

В блоке 4 (см. рис. 3) экспериментально-статистическими методами строились регрессионные уравнения, описывающие зависимости вязкости массы и пластической прочности студней от количеств дозируемых пектина, лимонной кислоты, концентрированного водного экстракта листьев крапивы. С помощью моделей установлено оптимальное рецептурное соотношение компонентов: пектина, лимонной кислоты и концентрированного водного экстракта листьев крапивы двудомной, позволяющее получать желейные полуфабрикаты с заданными структурно-механическими характеристиками (вязкость желейной массы в процессе отливки ~ 5,0 Па·с, пластическая прочность желейного студня ~ 40,0 кПа).

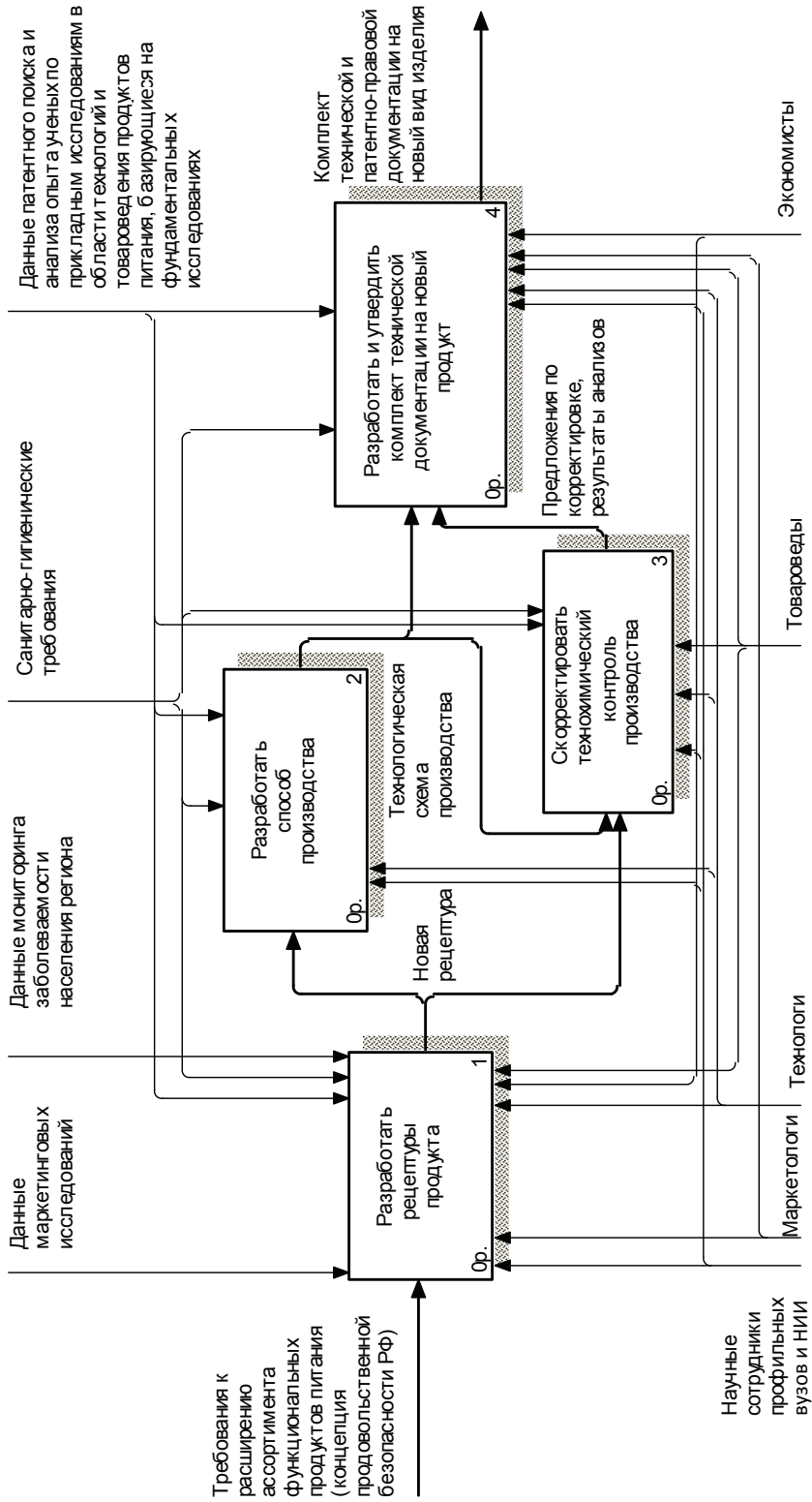


Рис. 2. IDEFO-диаграмма нулевого уровня

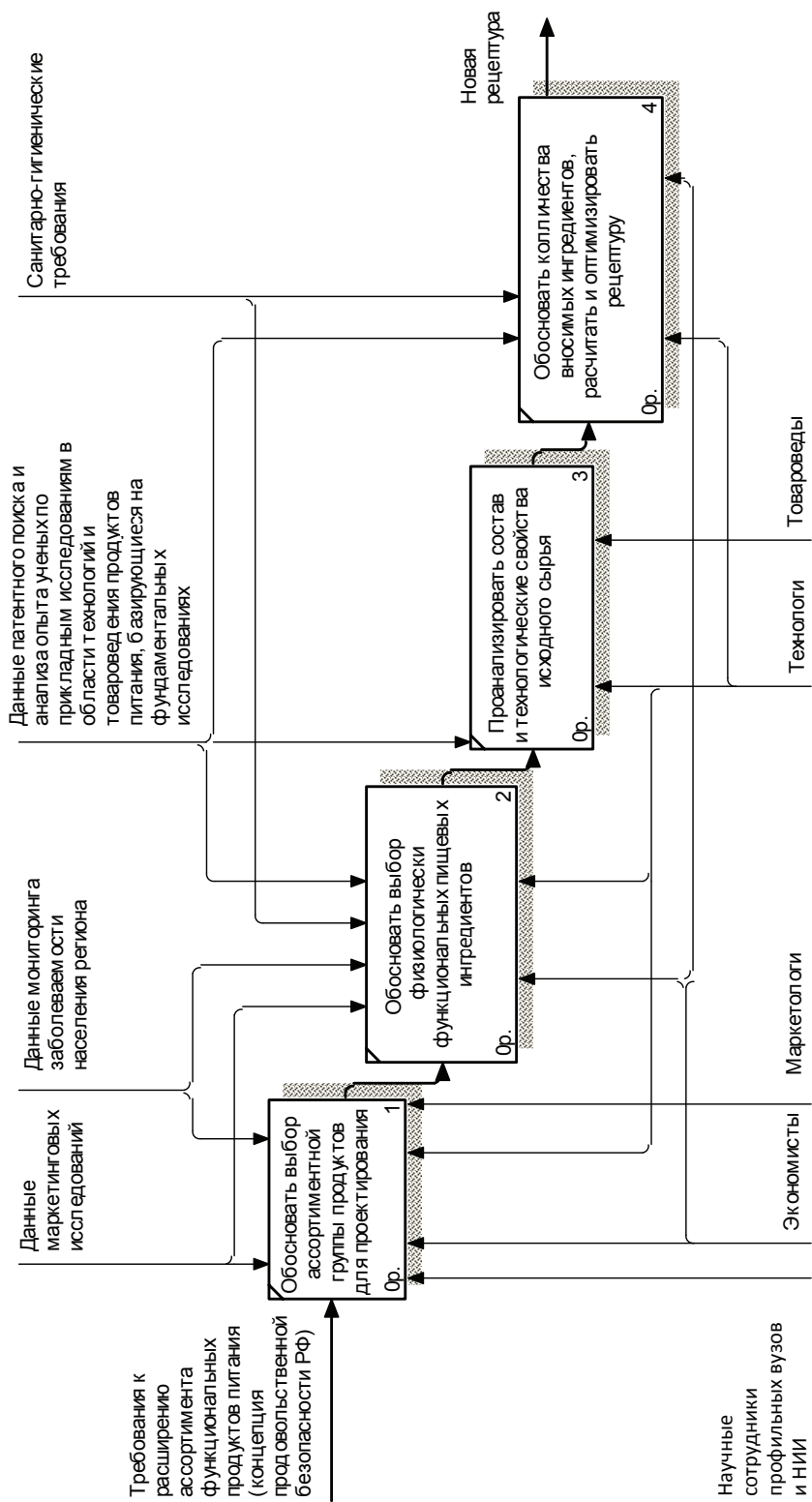


Рис. 3. Декомпозиция этапа разработки рецептуры

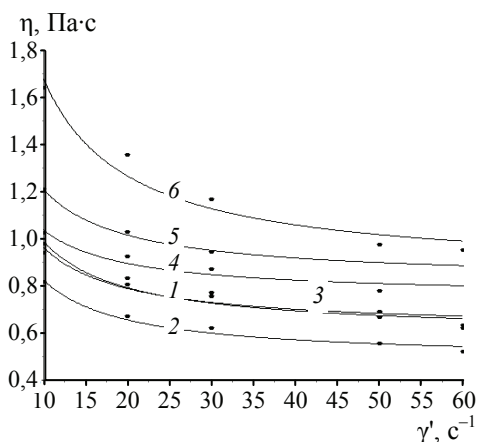


Рис. 4. Экспериментальные зависимости вязкости желейной массы от скорости деформации при температуре 100 °С: 1 – без добавок; 2 – с 0,5 % концентрированного водного экстракта; 3 – с 1 % спиртового экстракта; 4 – с 0,5 % порошка 0,14...0,2 мм; 5 – с 0,5 % гидратированного порошка 0,14...0,2 мм; 6 – с 0,5 % гидратированного порошка 0,2...0,25 мм

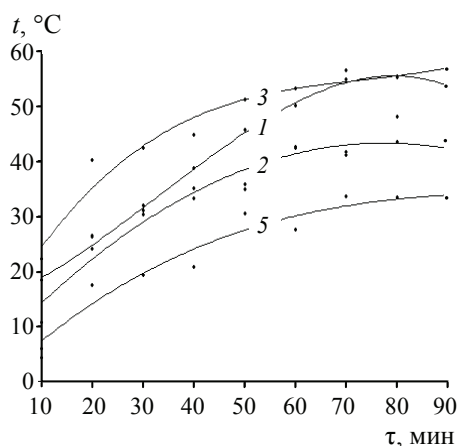


Рис. 5. Экспериментальные зависимости изменения прочности студней в процессе выстойки корпусов конфет при температуре 25 °С: 1 – без добавок; 2 – с 0,5 % суспендированного в воде порошка 0,14...0,2 мм; 3 – с 1 % спиртового экстракта; 5 – с 0,5 % концентрированного водного экстракта

На основе экспериментальных данных с помощью системы автоматизированного расчета рецептур Multifaz, разработанной сотрудниками кафедры «Технологии продовольственных продуктов» Тамбовского государственного технического университета, производится расчет рецептуры желейных конфет, пищевой, энергетической и биологической ценности продукта.

На втором этапе в блоках 1 и 2 (рис. 6) обосновывались способы внесения функциональных ингредиентов и технологические режимы производства, а в блоке 3 разрабатывалась технологическая схема производства кондитерского изделия по новой рецептуре.

При производстве желейных конфет экстракт крапивы и аскорбиновую кислоту предлагается вносить на стадии формования корпусов конфет, непосредственно в воронку конфетоотливочной машины, оснащенную перемешивающим устройством. Данный прием позволяет сократить потери БАВ за счет уменьшения продолжительности воздействия высоких температур и кислорода воздуха на функциональные ингредиенты.

Проведенные в блоке 2 (см. рис. 6) исследования влияния рецептурных ингредиентов и температурных режимов на вязкость желейных масс (см. рис. 4 и 7), динамику процесса студнеобразования и изменения температуры корпусов конфет в процессе выстойки (см. рис. 5 и 8) показывают, что процесс студнеобразования для масс на основе Unipectin PG DS начинается при температуре 90 °С, что подтверждается нарастанием вязкости масс и разницы значений вязкости разрушенной и не разрушенной структур, так как в течение процесса студнеобразования происходит упрочнения пространственного каркаса студня за счет образования все большего количества связей между молекулами пектина, обуславливающих высокую начальную вязкость и сильное ее снижение при увеличении скорости деформации за счет их разрушения. В рассматриваемом интервале концентраций пектина (1–2 %) при температуре воздуха в процессе выстойки 25 °С продолжительность процесса студнеобразования составляет ~ 60 мин, то есть интенсивное студнеобразование продолжается до достижения температуры внутри корпуса ~ 36 °С, после чего наблюдается незначительное изменение прочности. Темпе-

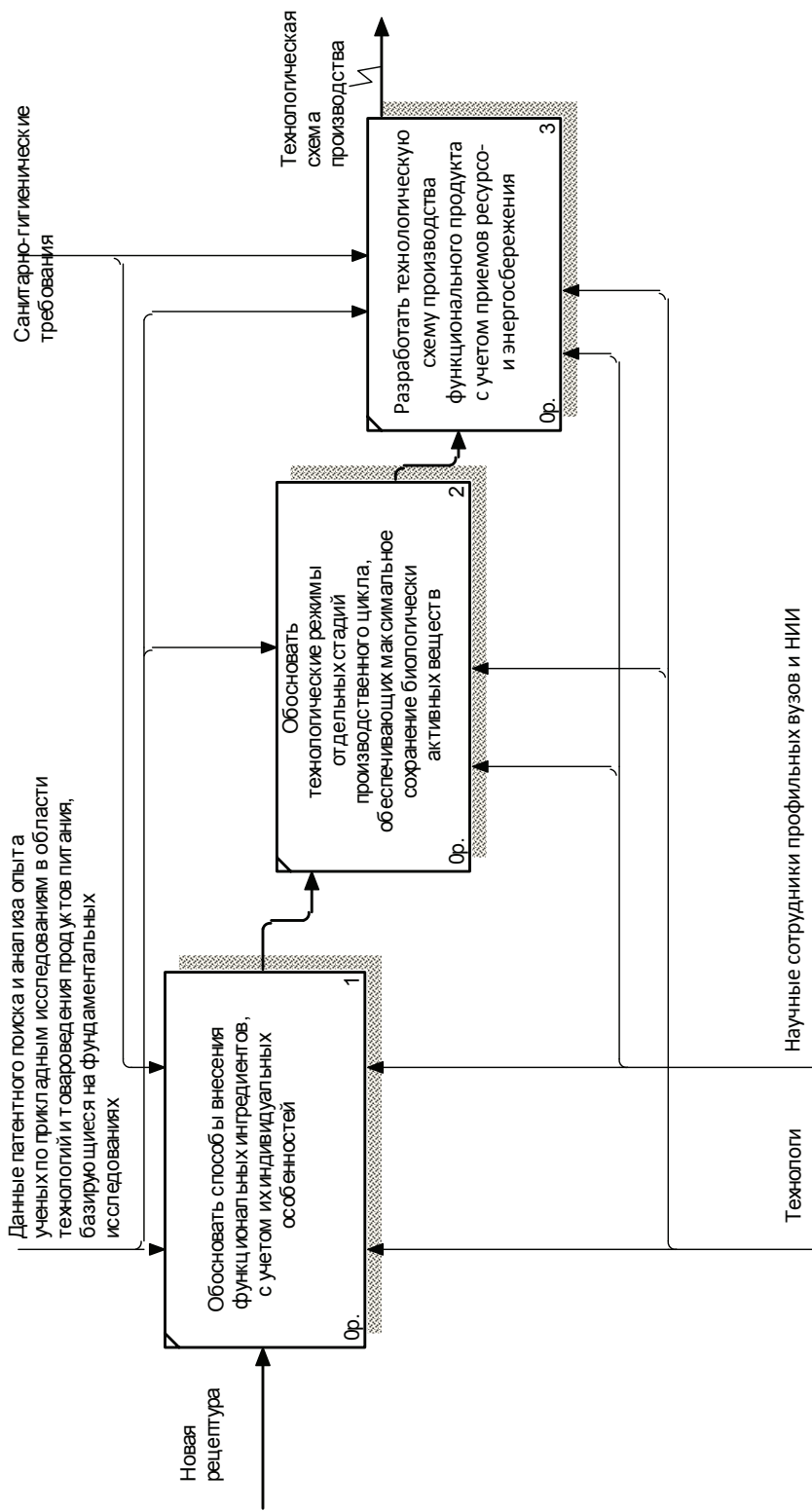


Рис. 6. Декомпозиция этапа разработки способа производства

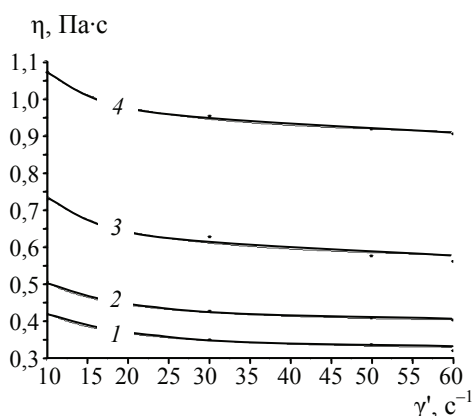


Рис. 7. Экспериментальные зависимости вязкости желейной массы от скорости деформации с 1,5%-м содержанием пектина Unipectin PG DS при температурах, °С: 1 – 100; 2 – 90; 3 – 85; 4 – 80

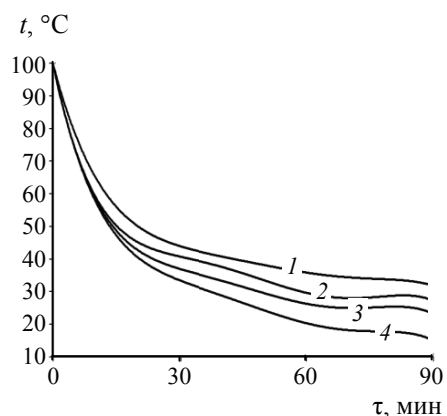


Рис. 8. Изменение температуры внутри корпуса конфеты в процессе выстойки, при температуре окружающей среды, °С: 1 – 25,0; 2 – 22,5; 3 – 18,5; 4 – 8,0

ратура корпусов 36 °С достигается при температуре воздуха: 25,0 °С – в течение 60 мин; 22,5 °С – 40 мин; 18,5 °С – 30 мин; 8,0 °С – 25 мин.

Результаты экспериментальных исследований и математического моделирования были положены в основу разработки в блоке 3 (см. рис. 6) эскизной технологической схемы производства желейных конфет с фитодобавками и аскорбиновой кислотой (рис. 9).

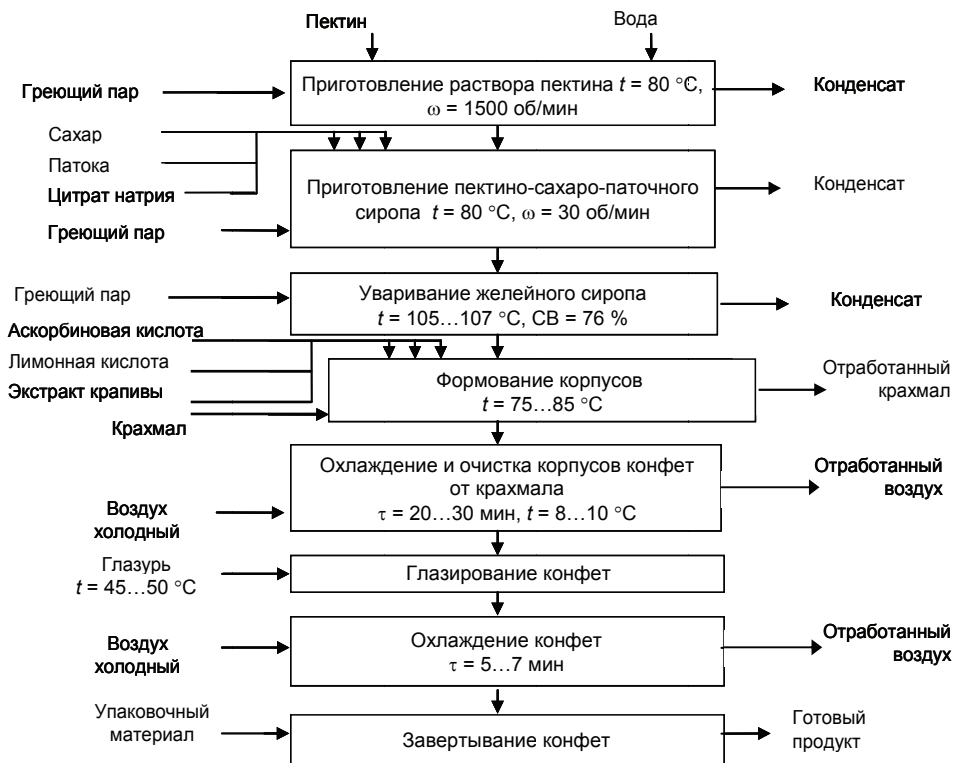


Рис. 9. Эскизная технологическая схема производства желейных конфет функционального назначения

Основными преимуществами разработанного способа производства по сравнению с применяемыми в настоящее время являются: сокращение продолжительности производственного цикла, минимизация потерь БАВ функциональных ингредиентов в ходе технологической обработки, получение конфет со стабильными, заранее заданными качественными характеристиками. Сокращение длительности производственного цикла достигается за счет уменьшения продолжительности стадий приготовления раствора пектина, уваривания желейной массы и исключения стадии темперирования.

На третьем этапе в блоках 1 и 3 (рис. 10) анализируется номенклатура потребительских свойств и показателей качества, регламентируемых стандартами, вносятся необходимые дополнения и оценивается возможность модернизации существующих и применения новых методов контроля, а в блоках 2 и 4 проводится изготовление опытных образцов конфет и анализ их качественных характеристик и показателей безопасности.

Для обеспечения стабильности протекания процесса формирования желейных масс и достижения заданных структурно-механических характеристик желейных студней в блоке 1 (см. рис. 10) предлагается дополнить регламентированные показатели теххимического контроля следующими показателями качества полуфабрикатов: вязкость желейной массы и пластическая прочность желейных студней.

Контроль вязкости желейных масс наиболее важен для процесса формирования корпусов конфет, так как ее изменение может привести к нарушению технологического цикла – преждевременному желированию массы в каналах конфетоотливочной машины и появлению брака вследствие неравномерного распределения массы в крахмальных формах. Для контроля вязкости в блоке 3 (см. рис. 10) использовали метод ротационной вискозиметрии, а для оценки пластической прочности – метод пенетрации. Измерение реологических характеристик полуфабрикатов проводили с помощью ротационного вискозиметра HAAKE VT7R-plus (Thermo Fisher Scientific, Германия) с устройством термостатирования, позволяющего проводить сравнительные измерения вязкости образцов в широком интервале скоростей деформации, и текстурного анализатора Brookfield CT3 (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., США). Применение современных приборов и специально разработанных измерительных процедур для каждого конкретного вида продукции позволяет снизить продолжительность измерений, автоматизировать и упростить процесс монотонных измерений и уменьшить возможные ошибки от действий оператора. По результатам оценки органолептических, физико-химических и микробиологических характеристик образцов желейных конфет в блоке 4 (см. рис. 10) установлено их соответствие требованиям нормативно-технической документации.

На завершающем этапе в блоке 1 (рис. 11) на основе выполненных на предыдущих этапах работ разрабатывается комплект технической документации на новый вид кондитерских изделий, в блоке 2 разработанная документация утверждается Региональным центром стандартизации и метрологии и Управлением Роспотребнадзора, в блоках 3 и 4 для обеспечения юридической защиты предложенных инноваций подаются заявки на выдачу патента РФ на изобретение, полезную модель, прав на товарный знак и др., в зависимости от конкретной задачи, и оценивается экономическая эффективность проекта.

Для желейных конфет функционального назначения в блоке 1 (см. рис. 11) разработаны технические условия (ТУ 9124-001-02069289–2010 «Конфеты, покрытые шоколадной глазурью с желейными корпусами, обогащенные фитодобавками

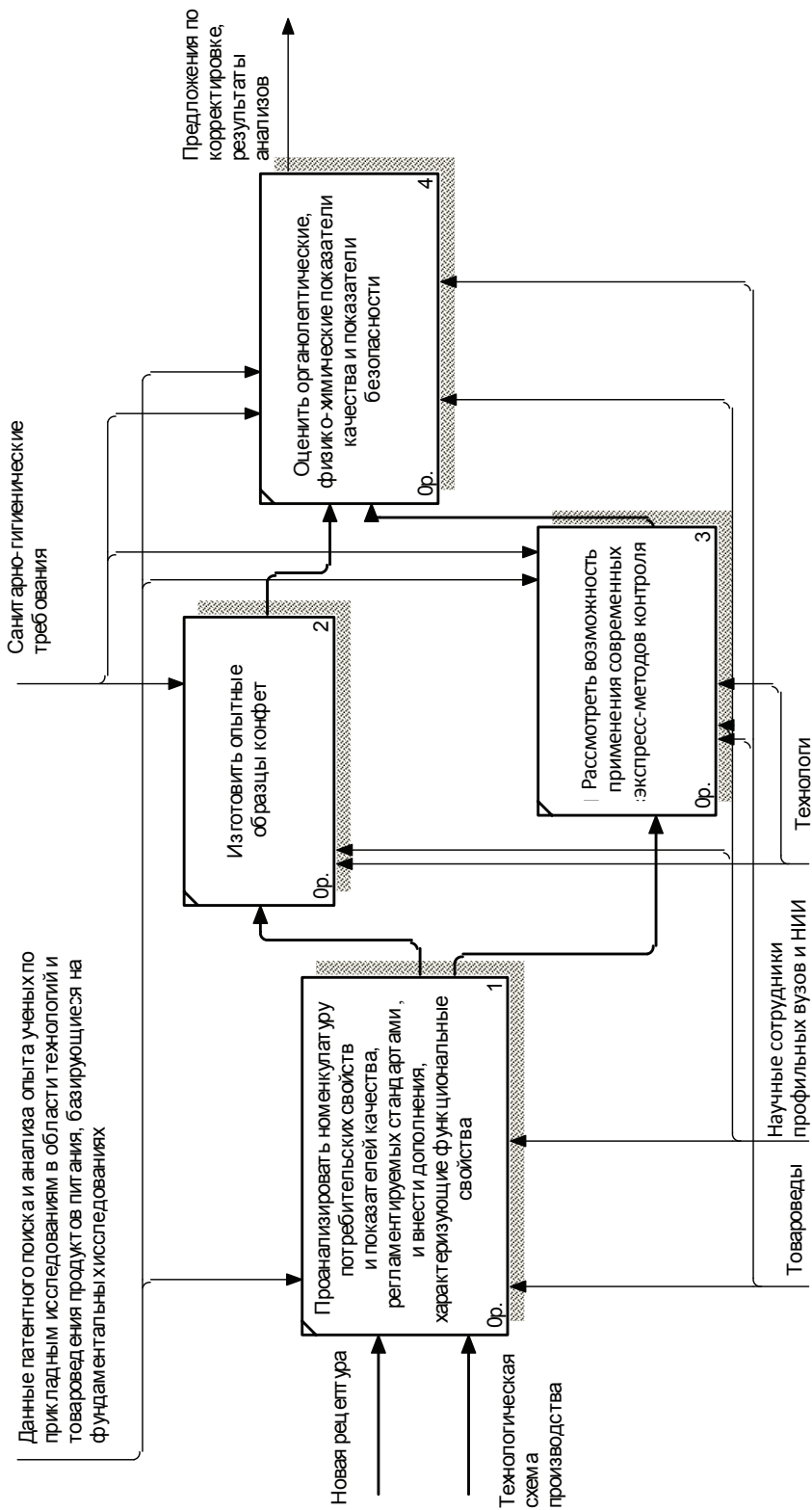


Рис. 10. Декомпозиция этапа корректировки технологического контроля производства

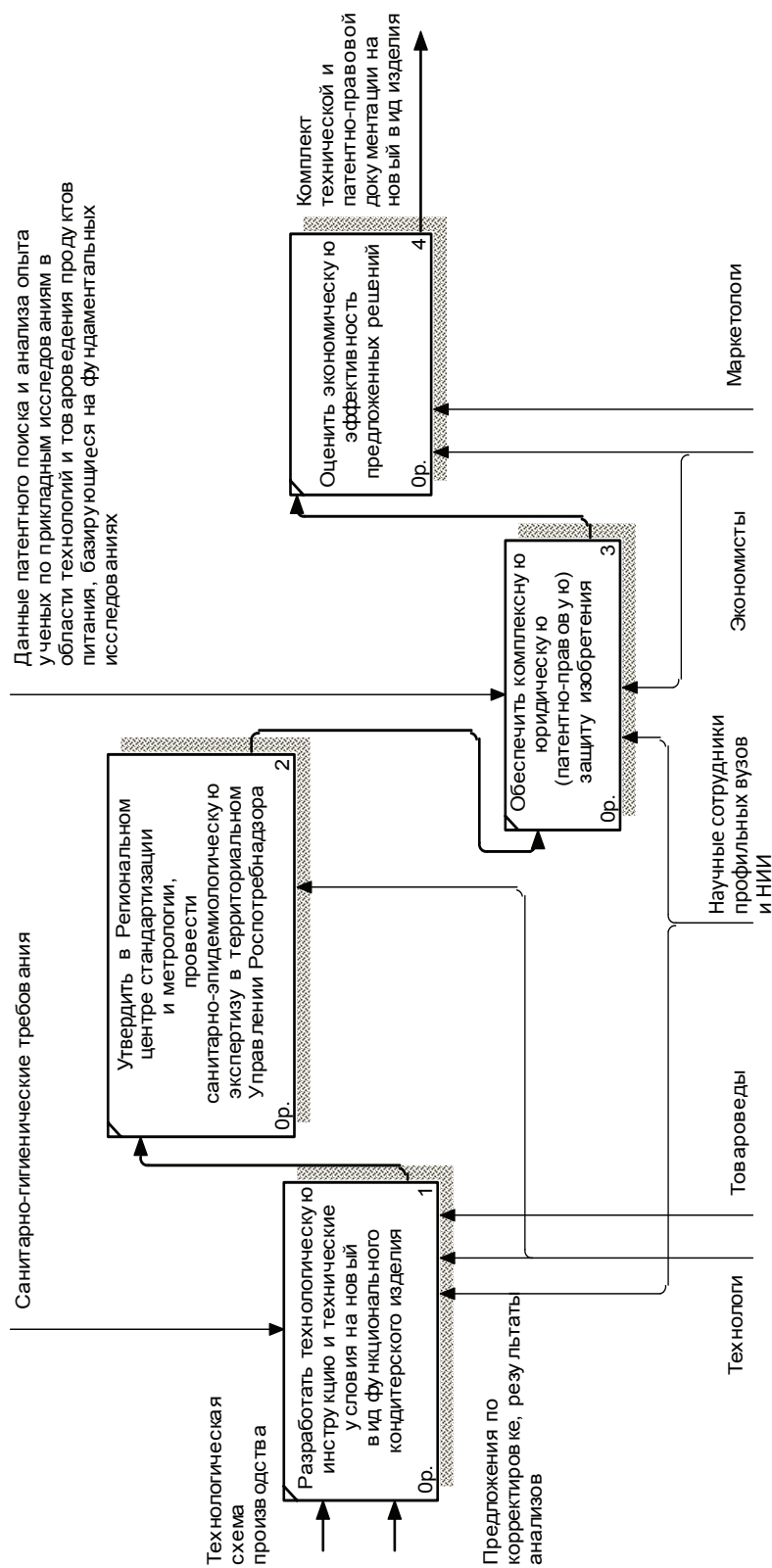


Рис. 11. Декомпозиция этапа разработки комплекта технической документации на новый продукт

и аскорбиновой кислотой») и технологические инструкции. Желейные конфеты, полученные в соответствии с данной технической документацией, позволяют гарантированно обеспечить 30 % суточной физиологической потребности организма в витамине С, обладают приятной упругой консистенцией, пряным чайно-травянистым привкусом с нотами сухофруктов и стабильными качественными характеристиками в процессе хранения.

В блоке 3 (см. рис. 11) подготовлена заявка в Роспатент РФ на получение патента РФ на изобретение «Способ производства желейных конфет функционального назначения». При оценке экономической эффективности проекта в блоке 4 (см. рис. 11) установлено, что при реализации проекта разработки желейных конфет функционального назначения экономический эффект от реализации 1 т изделий составит 24690 р.

Таким образом, использование CASE-технологии позволило:

– разработать желейные конфеты функционального назначения, обогащенные экстрактом крапивы и аскорбиновой кислотой, с улучшенными качественными характеристиками и техническую документацию, необходимую для их производства;

– сократить временные и материальные затраты на разработку за счет эффективного распределения специалистов для решения конкретных задач в соответствии с функциональными блоками модели и возможности распараллеливания работ на различных этапах разработки кондитерских изделий функционального назначения.

В зависимости от вида разрабатываемых кондитерских изделий и возможностей разработчика описанная в статье CASE-модель может быть адаптирована различными способами: конкретизацией элементов модели; изменением состава или последовательности действий; использованием элементов при разработке новой модели процесса.

Список литературы

1. Маклаков, С.В. Моделирование бизнес-процессов с BPwin 4.0 / С.В. Маклаков. – М. : Диалог-МИФИ, 2002. – 224 с.

2. Евдокимова, О.В. Требования к этапам жизненного цикла функциональных продуктов питания / О.В. Евдокимова // Пищевая пром-сть. – 2009. – № 1. – С. 14–15.

Systemic Approach to the Development of Functional Purpose Confectionery Products

D.V. Leonov, E.I. Muratova, S.I. Dvoretzky

*Department “Technology of Food Products”, TSTU;
topt@topt.tstu.ru*

Key words and phrases: CASE-technology; confectionery products with functional purpose; jelly candies; rheological properties; system analysis; the technical-chemical control; technological scheme.

Abstract: The paper proposes the CASE-model of the process of developing new types of confectionery products. Its application in the development of formulations for functional purpose jelly candies and the process of their manufacturing are considered.

Systemherangehen zur Erarbeitung der Konditoreierzeugnissen der funktionalen Zweckbestimmung

Zusammenfassung: Es ist das CASE-Modell des Prozesses der Erarbeitung der neuen Arten der Konditoreierzeugnissen vorgeschlagen. Es ist seine Anwendung bei der Erarbeitung der Rezeptur der Geleenbonbons der funktionalen Zweckbestimmung und des technologischen Prozesses ihrer Erzeugung betrachtet.

Approche systémique envers le développement de la confiserie de la destination fonctionnelle

Résumé: Est proposé le modèle CASE du processus de la fabrication de nouveaux types des produits de confiserie. Est examinée son application lors de la conception des recettes des bonbons de gelée de la destination fonctionnelle et du processus technologique de leur fabrication.

Авторы: *Леонов Дмитрий Валерьевич* – аспирант кафедры «Технологии продовольственных продуктов»; *Муратова Евгения Ивановна* – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Технологии продовольственных продуктов», начальник управления аспирантуры и докторантуры; *Дворецкий Станислав Иванович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии продовольственных продуктов», проректор по научно-инновационной деятельности, ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Немтинов Владимир Алексеевич* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизированное проектирование технологического оборудования», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».
