

УДК 637.52 (075.8)

## Прогнозирование и управление производством колбасной продукции на основе унифицированных моделей

Канд. техн. наук В. Л. ЛАЗАРЕВ<sup>1</sup>, д-р техн. наук В. Л. ГОРОХОВ<sup>2</sup>, Д. А. ВЛАСОВ<sup>1</sup><sup>1</sup>Университет ИТМО<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

E-mail: holod25@yandex.ru

*В работе рассматриваются вопросы разработки подходов и математических моделей для прогнозирования и организации производства колбасной продукции. Изложен системный подход к синтезу моделей для описания зависимостей производительности основных типов оборудования — агрегатов камерного и туннельного типов, от производственных и технологических факторов. В основу подхода положены принципы унификации и типизации моделей. Изложена методология получения графика выпуска продукции предприятием при использовании различных схем и режимов эксплуатации наборов разнотипного оборудования. Используя изложенный подход и набор типовых унифицированных моделей, представляется возможным осуществлять прогнозирование и оптимизацию выпуска продукции в различных ситуациях. Тем самым создаются предпосылки для своевременного обеспечения поставок продукции потребителям и повышению эффективности работы экспедиционной службы. Методы и технологии мониторинга поддаются программированию и могут быть интегрированы в систему управления предприятием. Предложенный подход также может быть использован при решении подобных задач в других отраслях промышленности, где используется подобное оборудование.*

**Ключевые слова:** производство колбас, камерные печи, туннельные печи, математические модели, мониторинг, управление.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 12.06.2019, принята к печати 12.09.2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-4-64-70

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Лазарев В. Л., Горохов В. Л., Власов Д. А. Прогнозирование и управление производством колбасной продукции на основе унифицированных моделей // Вестник Международной академии холода. 2019. № 4. С. 64–70.

## Forecasting and management of sausage production on the basis of unified models

Ph. D. V. L. LAZAREV<sup>1</sup>, D. Sc. V. L. GOROKHOV<sup>2</sup>, D. A. VLASOV<sup>1</sup><sup>1</sup>ITMO University<sup>2</sup>Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

E-mail: holod25@yandex.ru

*The paper deals with the development of approaches and mathematical models for predicting and organizing the production of sausage products. A systematic approach to the synthesis of models to describe the dependence of the performance of the main types of equipment — units of chamber and tunnel types — on production and technological factors is presented. The approach is based on the principles of unification and typification of models. The methodology of obtaining the schedule of production for the enterprise using different schemes and operation modes for various types of equipment is described. With the use of the above approach and a set of standard unified models it is possible to predict and optimize production in different situations. This creates the conditions for timely supply of products to consumers and improves the efficiency of the forwarding service. Monitoring methods and technologies are programmable and can be integrated into an enterprise management system. The proposed approach can also be used in solving similar problems in other industries where such equipment is used.*

**Keywords:** sausage production, chamber furnaces, tunnel furnaces, mathematical models, monitoring, control.

### Article info:

Received 12/06/2019, accepted 12/09/2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-4-64-70

Article in Russian

### For citation:

Lazarev V. L., Gorokhov V. L., Vlasov D. A. Forecasting and management of sausage production on the basis of unified models. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2019. No 4. p. 64–70.

## Введение

Процессы прогнозирования и управления производством колбасной продукции необходимы для своевременного обеспечения поставок предприятиям торговли, общественного питания и др., с учетом возникающего спроса, обуславливаемого календарными, сезонными и др. факторами. Кроме того, знание планов производства позволяет оптимизировать работу экспедиционной службы предприятия, связанную с заказом и загрузкой транспортных средств, составлением графиков и маршрутов перевозок и др. Решение стоящих задач, в различных вариантах их постановки, удобно осуществлять на основе математических моделей производства такой продукции. При создании моделей необходимо учитывать специфику производства, которая состоит в следующем. Одной из важнейших стадий производства вареных колбасных изделий является термообработка, которая осуществляется в специальных агрегатах (камерных или туннельных). Завершение процесса термообработки происходит при достижении температуры внутри колбасного батона значения ( $-72 \div 74$  °C), что обеспечивает стерилизацию изделия [1–3]. Заключительной стадией является охлаждение изделий до температуры  $t_{b(c)}$ , находящейся в диапазоне  $5 \div 15$  °C, что предотвращает активное размножение микрофлоры. Также на их поверхности образуется жировая пленка. Наличие такой «глазури» препятствует испарению влаги и проникновению в продукт различных микроорганизмов, что способствует увеличению срока их хранения. Охлаждение продукции осуществляется в специальных камерах или в производственных помещениях. Таким образом, длительность производства изделий (за исключением ряда предварительных операций, таких как посол, созревание, дозирование, куттерование, шприцевание, которые могут совершаться «автономно» на предварительных этапах производства)  $\tau_s$  определяется суммарной длительностью процесса термообработки  $\tau_h$  и охлаждения  $\tau_c$ .

Процесс термообработки состоит из стадий подсушки, обжарки и варки, каждая из которых характеризуется соответствующим температурно-влажностным режимом энергоносителя (дыма-паро-воздушной смеси). Возможна «дискретная» реализация процесса, как, например, в аппаратах камерного типа, когда сырье обрабатывается в одной камере, где последовательно реализуются каждая из вышеуказанных стадий. В агрегатах туннельного типа обработка сырья, загруженного в соответствующие контейнеры, осуществляется непрерывно при перемещении его по длине туннеля, на отдельных участках которого последовательно реализуются указанные стадии.

На современных колбасных производствах используются термоагрегаты различных типов и производительности. Это позволяет реализовывать различные планы и графики выпуска продукции путем изменения набора и количества агрегатов, а также времени введения в работу каждого из них.

Поэтому задача прогнозирования выпуска продукции для различных наборов и временных схем включения в производство агрегатов является актуальной. Решение такой задачи возможно на путях разработки и внедрения в системы мониторинга и прогнозирования математиче-

ских моделей производства продукции. Использование таких моделей в задачах логистики способствует повышению эффективности работы экспедиций на производстве [4, 5].

## Системный подход к синтезу моделей производства колбасной продукции в термоагрегатах камерного типа

Согласно принятым обозначениям, длительность процесса производства изделий будет равна

$$\tau_s = \tau_h + \tau_c. \quad (1)$$

Рассмотрим подход, позволяющий оперативно, в производственных условиях, определять слагаемые в выражении (1).

Температура в толще колбасного батона в процессе термообработки  $t_{b(h)}$  формируется в результате нагрева энергоносителем исходного полуфабриката на всех вышеупомянутых стадиях процесса, но, в основном, на стадии варки, где температура энергоносителя достигает максимального значения порядка  $140 \div 160$  °C. Влажность энергоносителя на этой стадии также является самой высокой (95–98%), что в комплексе обуславливает доминирующую интенсивность тепловой обработки на этой стадии. Анализ литературных источников [6–8] и результаты проведенных экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о том, что динамика процесса нагрева центра колбасного батона по каналу температуры энергоносителя достаточно адекватно описывается передаточной функцией вида

$$W_h(p) = \frac{K_h e^{-\tau_d p}}{T_h p + 1}. \quad (2)$$

В выражении (2) использованы следующие обозначения.  $K_h$  — коэффициент передачи по рассматриваемому каналу в статике;  $\tau_d$  — время запаздывания в канале;  $T_h$  — постоянная времени;  $p$  — оператор дифференцирования. В реальных агрегатах значение величины  $\tau_d$  относительно невелико: обычно на порядок, два меньше значений величины  $T_h$ , поэтому ею можно пренебречь, т. е. полагать  $\tau_d = 0$ . В противном случае она может быть учтена в качестве аддитивной составляющей общего времени запаздывания, обусловленного подготовкой и введением в работу конкретного объекта. С учетом сформулированных положений и допущений исходное дифференциальное уравнение, описывающее изменение температуры в толще батона от времени  $\tau$  в процессе термообработки, будет иметь вид

$$(t_{b(h)} - t_{b(0)})(T_h p + 1) = K_h t_h, \quad (3)$$

где  $t_{b(0)}$  — температура в центре батона перед началом обработки,  $t_h$  — температура энергоносителя, подаваемого для реализации стадии варки.

Решение уравнения (3) будет иметь вид

$$t_{b(h)} - t_{b(0)} = K_h t_h (1 - e^{-\frac{\tau}{T_h}}). \quad (4)$$

Теперь, задавая конкретным значением величины  $t_{b(h)} = t_{b(h)}(\max)$ , которое должно быть достигнуто в процессе термообработки, например,  $t_{b(h)}(\max) = 74$  °C, на основании выражения (4), можно определить время  $\tau_h$ ,

по истечении которого температура в толще батона достигнет заданного значения. Соответствующее выражение будет иметь вид

$$\tau_h = -T_h \cdot \ln \left( 1 - \frac{t_{b(h)}(\max) - t_{b(0)}}{K_h t_h} \right). \quad (5)$$

Как следует из выражения (5), для проведения соответствующих расчетов необходимо знать характеристики термоагрегата в виде значений  $K_h$  и  $T_h$ , а также начальную температуру в центре батона и температуру подаваемого энергоносителя —  $t_h$ . Значение величины  $t_{b(0)}$  в производственных условиях определяется достаточно оперативно и просто с использованием специальной игольчатой термопары, которая устанавливается в центре контрольного батона при загрузке исходного сырья в термоагрегат. Значение величины  $t_h$  оперативно определяется с помощью штатных средств автоматизации, используемых для установки и поддержания технологических параметров в соответствии с выбранным режимом обработки. Значения величин  $K_h$  и  $T_h$  зависят от типа конкретного агрегата, а также от ряда условий его эксплуатации. Таковыми, в основном, являются: тип колбасы, определяющий состав и свойства фарша, а, следовательно, его теплофизические свойства, диаметр колбасного батона, тип оболочки, масса сырья, загружаемого в соответствующие контейнеры или рамы и др. Качественная сторона влияния указанных факторов на постоянную времени и коэффициент передачи агрегата — в принципе понятна. Так, например, с увеличением диаметра батона, при постоянстве остальных параметров, интенсивность его прогрева уменьшается, следовательно, увеличивается постоянная времени и, наоборот. Аналогичная тенденция имеет место при увеличении массы загрузки контейнеров. Однако достаточно адекватного количественного описания зависимостей указанных характеристик оборудования от важнейших режимных и эксплуатационных факторов не существует.

Решение стоящей задачи предлагается осуществить на путях унификации и типизации ситуаций с режимными и эксплуатационными факторами, что обусловлено производственными реалиями. Так, например, номенклатура типов колбас, выпускаемых на отдельном предприятии, обычно составляет несколько наименований. Число типов используемых колбасных оболочек обычно не превышает двух — трех наименований. Ряд значений диаметров или калибров оболочек, используемых на одном предприятии, является весьма ограниченным (наиболее распространенными являются искусственные оболочки, значения диаметров которых находятся в пределах 45–120 мм.) В зависимости от запасов сырья и требований к качеству тепловой обработки (по однородности) степень загрузки контейнеров может составлять от 60 до 100%, что допускает «дискретизацию» этого фактора в пределах от двух до пяти уровней. И так далее. Поэтому представляется целесообразным определить экспериментальным путем значения величин  $K_h$  и  $T_h$  для возможных комбинаций дискретных значений влияющих режимных и эксплуатационных факторов и их табулировать. Проведение таких экспериментов в производственных условиях вполне реально и не требует

значительных затрат времени и средств. Методики проведения исследований известны и изложены в соответствующей литературе [9–11]. Теперь, используя соответствующие значения величин  $K_h$  и  $T_h$  для конкретных производственных ситуаций, определение величины  $\tau_h$  может быть осуществлено с использованием выражения (5).

Охлаждение колбасной продукции производят сразу после завершения стадии варки, обычно, перемещая ее в специальную камеру. Здесь процесс тепловой обработки идет в «обратном» направлении. Начальной температурой для него будет являться значение величины  $t_{b(h)}(\max)$ , окончание процесса происходит при достижении температуры в центре батона  $t_{b(c)}$  заданного значения  $t_{b(c)}(\min)$ , например,  $t_{b(c)}(\min) = 10^\circ\text{C}$ . Динамика процесса, происходящего под действием хладоносителя с температурой  $t_c$ , по аналогии с процессом нагрева, достаточно адекватно описывается выражениями типа (2) — (4). Возможное транспортное запаздывание, при необходимости, также можно учесть в виде аддитивной составляющей общего времени запаздывания. Характеристиками процесса будут являться: коэффициент передачи по каналу «температура хладоносителя» — «температура в центре батона»  $K_c$  и соответствующая постоянная времени —  $T_c$ . Значения величин  $K_c$  и  $T_c$  определяются конструктивными особенностями камеры охлаждения, видом и условиями подачи хладоносителя, параметрами загрузки продукции и др. При наличии типового оборудования эти значения могут быть приведены в описании или паспортных данных. Для нестандартного оборудования, которое встречается на предприятиях, полученного, например, путем «модернизации» складских, производственных и других помещений, значения величин  $K_c$  и  $T_c$  определяются экспериментальным путем для различных сочетаний «дискретных» значений влияющих факторов, по аналогии с предыдущей стадией. При этом необходимо учитывать следующее обстоятельство. В ряде случаев, для повышения интенсивности процесса, охлаждение проводят в два последовательных этапа. Сначала осуществляется «душирование» колбасных батонов холодной водой, затем осуществляется обдув холодным воздухом. В этом случае модель процесса может быть представлена передаточной функцией вида

$$W_c(p) = \frac{K_{c1}}{(T_{c1}p + 1)} \cdot \frac{K_{c2}}{(T_{c2}p + 1)} \approx \frac{K_c \cdot e^{-\tau}}{(T_c p + 1)}. \quad (6)$$

Первый множитель в выражении (6) описывает этап процесса водяного охлаждения, инерционность которого характеризуется постоянной времени  $T_{c1}$ . Ее значение определяется расходом воды, условиями душирования, массой загруженной продукции, видом и размерами колбасного батона, конструктивными параметрами камеры и др. Второй множитель, по аналогии, описывает второй этап воздушного охлаждения, характеризующийся величинами  $K_{c2}$  и  $T_{c2}$ . Правая часть выражения (6) представляет собой «классический» вариант аппроксимации апериодического звена второго порядка апериодическим звеном первого порядка с запаздыванием  $\tau$ . Величины  $K_c$  и  $T_c$  при такой аппроксимации являются обобщенными характеристиками преобразования температуры в статике и инер-

ционности процесса в целом. Реалии производства таковы, что имеет место соотношение

$$\tau \ll \min\{T_{c1}; T_{c2}\}. \quad (7)$$

С учетом (7), запаздыванием в выражении (6) можно пренебречь и использовать для расчетов типовые модели (3) и (4). При необходимости, значение величины  $\tau$  также может быть учтено в виде добавки к общему времени запаздывания. В принципе, изложенный подход позволяет использовать и другие модели помимо (2) и (6). В этих случаях потребуются также использовать соответствующие выражения для нахождения решений этих дифференциальных выражений по аналогии с (3) — (5). Существенных затруднений при использовании иных моделей не возникает, т. к. для набора используемых на практике реальных типовых динамических моделей такие выражения известны и приведены в справочной литературе.

Графическая иллюстрация изложенного подхода к определению длительности процесса термообработки на основании типовых моделей отдельных этапов процесса приведена на рис. 1.

Использование моделей (1) — (6) позволяет определить затраты времени  $\tau_s$  на производство отдельной партии продукции (в виде массы загрузки) за один цикл работы камеры. После чего возможна реализация следующего производственного цикла для новой партии и т. д. Если, исходя из особенностей производства или логистики, вводится дополнительная временная задержка, то начало производственного цикла также задержится на это время. Иллюстрация процесса производства продукции  $G(n)$  в двух камерных агрегатах, работающих независимо друг от друга, приведена на рис. 2 (графики  $G_1(n)$  и  $G_2(n)$ ). Количество выпускаемой продукции за один цикл условно обозначено «зачерненными» столбиками разной высоты. Для удобства иллюстраций, реальное время  $t$ , на рис. 2, заменено его представлением решетчатой функцией —  $(nT)$ , где  $T$  — период дискретизации, соответствующий реалиям временного

«квантовании» производства ( $T=\text{const}$ ),  $n$  — количество периодов. Поэтому целесообразно упростить запись решетчатой функции времени, представив ее в нормированной форме —  $(n)$ . Соответственно описание производства продукции во времени представлено функцией  $G(n)$ .

«Идеализация» процессов с помощью типовых динамических моделей может привести к появлению отклонений расчетных значений от реальных, имеющих место для конкретных условий и особенностей использования оборудования. Эти отклонения создают некоторую «нечеткость» или состояние неопределенности теоретической кривой относительно реальных результатов, что на рис. 1 условно проиллюстрировано «размытостью» фрагментов соответствующих кривых. Для описания и моделирования состояний неопределенности могут использоваться различные подходы, основанные на различных методах, теориях и принципах. Одним из перспективных, адаптированных к специфическим условиям биотехнологической промышленности является подход, основанный на использовании методов теории энтропийных потенциалов. С его использованием представляется возможным не только описать состояние неопределенности параметра, но и определить пути, технологии управления и принятия решений в условиях априорной неопределенности [12]. Основные положения и практическая сторона решения подобных задач рассмотрены в работах [13–15].

### Системный подход к синтезу моделей производства колбасной продукции в туннельных печах

В туннельных печах выпуск продукции происходит практически непрерывно (временем дискретизации, в течение которого выгружается одна клетка или вагонетка, можно пренебречь). Производительность печи и, в конечном счете, количество произведенной продукции

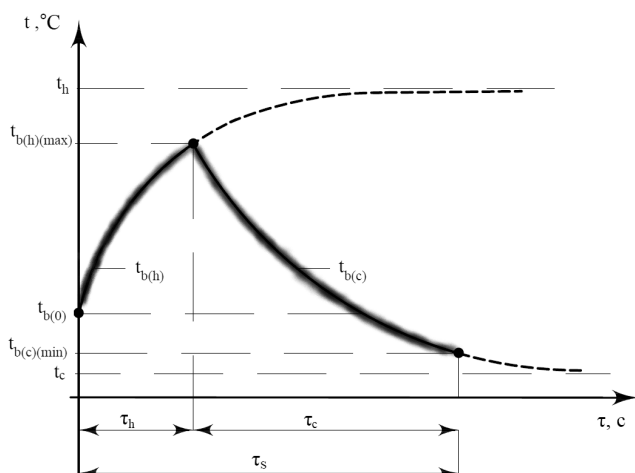


Рис. 1. Характерный вид кривой изменения температуры в центре колбасного батона на этапах термообработки и охлаждения

Fig. 1. Characteristic view of the temperature curve in the middle of sausage during thermal processing and cooling

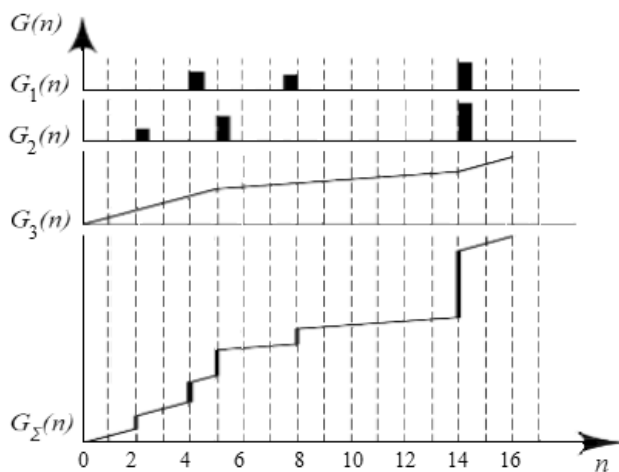


Рис. 2. Графические иллюстрации процесса производства колбасной продукции в агрегатах камерного (графики  $G_1(n)$  и  $G_2(n)$ ) и туннельного (график  $G_3(n)$ ) типов, а также всего производства в комплексе (график  $G_Σ(n)$ )

Fig. 2. The sausage production process in the units of chamber (curves  $G_1(n)$  and  $G_2(n)$ ) and tunnel (curve  $G_3(n)$ ) types, as well as at the production process as a whole (curve  $G_Σ(n)$ )

определяется скоростью движения конвейера и массой колбасной продукции, загруженной в вагонетки. При правильно установленной скорости движения, температура в толще батона должна достигать заданного значения  $t_{b(h)}(\max)$  в конце зоны варки. В противном случае необходима корректировка скоростного режима. Динамика нагрева определяется вышеупомянутыми параметрами энергоносителя, массой загрузки, скоростью конвейера и др., происходит в пространственно-временных координатах. Модель процесса будет основана на уравнениях в частных производных по упомянутым координатам, что значительно усложнит процедуру нахождения решений и унификацию результатов. Поэтому, в данном случае, целесообразно использовать статическую зависимость скорости движения конвейера —  $V$  от вышеупомянутых режимных параметров в «отлаженном» технологическом процессе, где требуемое значение температуры в толще батона достигается в зоне варки. Создание такой модели целесообразно осуществить на основе статистических данных о значениях влияющих режимных параметров для различных вариантов нормально протекающего технологического процесса на конкретном производстве. Другими словами, методом пассивного эксперимента, когда не происходит активного «вмешательства» в производственный процесс, что позволяет предотвратить возможное появление бракованной продукции при проведении исследований. Искомую модель удобно представить в виде уравнения регрессии вида

$$V = f(\bar{X}, \bar{Y}). \quad (8)$$

В выражении (8) приняты следующие обозначения.  $\bar{X} = \|\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_n\|^T$  — вектор возмущений или неуправляемых воздействий, составляющими которого являются диаметр колбасного батона, показатели химического состава фарша (содержание жира, влаги), тип используемой оболочки и др.  $\bar{Y} = \|\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_m\|^T$  — вектор управляющих воздействий, составляющими которого являются температура, влажность, расход энергоносителя, подаваемого в зону варки, масса продукции, загружаемой в вагонетку и др. Форма модели  $f$  выбирается исходя из конкретики производства и особенностей используемого оборудования. Опыт проведения работ в области автоматизации туннельных печей в пищевой промышленности, предназначенных для производства колбас, рыбы горячего копчения, выпечки хлебобулочных изделий и другой продукции, позволяет сделать вывод о том, что линейная форма модели является вполне приемлемой с высокими показателями адекватности. Поэтому (8), зачастую можно представить в виде

$$V = a_0 + A\bar{X} + B\bar{Y}, \quad (9)$$

где  $a_0$  — свободный член,  $A$  и  $B$  матрицы-строки коэффициентов регрессии размерностями  $n$  и  $m$ , соответственно.

Значения коэффициентов в уравнениях регрессии определяются на основании результатов пассивного эксперимента методом наименьших квадратов (МНК). Удобство использования МНК состоит в том, что для его реализации и проверки адекватности выбранной модели существует доступное ПО (например, пакеты MathCAD, MATLAB, Simulink и др.).

При установленной скорости движения конвейера по туннелю, достижение требуемой «глубины» охлаждения продукции осуществляется за счет изменения расходов и температур (в возможных пределах) используемых в зоне охлаждения хладоносителей — воды и воздуха. На практике, значения этих режимных параметров задаются «технологическими картами» для различных видов продукции или определяются оператором опытно-интуитивным путем.

Зная скорость движения конвейера и массу загрузок вагонеток можно рассчитать производство продукции во времени. Характерный вид графика производства колбасной продукции в туннельной печи изображен на рис. 2 (график  $G_z(n)$ ). Точки «излома» на этом графике соответствуют переходу на режимы обработки для различных партий колбас, характеризующиеся разной производительностью.

Выпуск колбасной продукции всего производства на конечном временном интервале  $n$  —  $G_z$ , состоящего из множества агрегатов различных типов —  $I$ , определяется суммированием произведенной продукции на каждом из них

$$G_z(n) = \sum_{i \in I} G_i(n). \quad (10)$$

Соответствующий пример приведен на рис. 2 для производства, состоящего из набора трех вышеуказанных агрегатов (график  $G_z(n)$ ). Для наглядности на рис. 2 также показана нормированная временная решетка, обозначенная пунктирной линией.

Используя изложенный подход и набор типовых моделей, представляется возможным осуществлять прогнозирование и оптимизацию выпуска продукции в различных ситуациях. Так, например, можно оценить изменение выпуска продукции при выводе из работы какого-либо агрегата или задержке перед его очередной загрузкой, или определить план вариаций производственных факторов обеспечивающий, требуемый в конкретной ситуации, график выпуска продукции и др. Алгоритм реализации подхода достаточно прост, поддается программированию и может быть реализован на ПК оператора-технолога.

## Заключение

Предложен системный подход к решению задачи прогнозирования и управления производством колбасной продукции на заключительных этапах термообработки и охлаждения, где темпы и объемы выпуска определяют работу экспедиции предприятия, графики ее поставок заказчикам. Подход основан на использовании унифицированных моделей для описания выпуска продукции агрегатами различных типов, которые используются в промышленности. Модели адаптированы к специфике производства, учитывают его реалии и основные факторы. Технологии мониторинга и управления поддаются программированию и могут быть интегрированы в систему управления предприятием. Предложенный подход также может быть реализован при производстве хлебобулочных изделий, рыбы горячего копчения, ряда строительных материалов и др., где используется подобное оборудование.

## Литература

## References

1. Лисицын А. Б. и др. Теория и практика переработки мяса. / А. Б. Лисицын, Н. Н. Липатов, Л. С. Кудряшов, В. А. Алексахина, И. Н. Чернуха. — М.: Эдиториал сервис, 2008. 308 с.
2. Рогов И. А., Забашта А. Г., Казюлин Г. П. Общая технология мяса и мясoproductов. — М.: Колос, 2014. 367 с.
3. Анализ мяса. [Электронный ресурс]: <http://www.znaytovar.ru/s/Analiz-myasa.html>. (дата обращения 09.06.19)
4. Лазарев В. Л., Брусенцев А. А., Струлев Ф. Ю. Модели для обеспечения логистики производства на участке термообработки колбасных изделий. Материалы VIII Международной научно-технической конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке», Санкт-Петербург, Университет ИТМО, 15–17 ноября 2017 г. С. 101–104.
5. Аникин Б. А. Логистика. — М.: Проспект, 2013. 406 с.
6. Карпин Е. Б. Автоматизация технологических процессов пищевых производств. — М.: Агропромиздат, 1985. 536 с.
7. Благовещенская М. М., Злобин Л. А. Информационные технологии систем управления технологическими процессами. — М.: Высшая школа, 2005. 768 с.
8. Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник для вузов. — М.: Абрис, 2012. 568 с.
9. Методы классической и современной теории управления. Учебник: В 5 т. /Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупкина. Изд. второе, перераб. и доп. Т. 1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 656 с.
10. Бессекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления. Изд. 4-е, перераб. и доп. — СПб.: Профессия, 2003. 752 с.
11. Бородин И. Ф., Судзик Ю. А. Автоматизация технологических процессов. — М.: Колос, 2004. 344 с.
12. Мягкие вычисления и измерения. Монография: в 3 т. /Под ред. С. В. Прокопчиной. Т. 1. Теоретические основы и методы. — М.: Научная библиотека, 2017. 420 с.
13. Лазарев В. Л. Исследование и проектирование многокомпонентных систем в биотехнологической промышленности в условиях неопределенности на основе энтропийных потенциалов показателей качества // Вестник Международной академии холода. 2017. № 2, с. 84–90.
14. Горохов В. Л., Холодник Д. В. Сопоставление онтологических и когнитивных метафор сложных систем. /Сб. докладов XXI Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям «SCM-2018» 23–25 мая 2018 г. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. С. 301–302.
15. Лазарев В. Л. Робастные модели состояний неопределенности систем на основе понятий энтропийных потенциалов. /Сб. докладов XXI Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям «SCM-2018». СПб., 23–25 мая 2018 г. Т. 1. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. с. 11–14.
16. Lazarev V. L. Epistemological foundations for generation of perspective competencies in the training of personnel for industrial and economic complex// 4th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science, Education, Innovations). Saint Petersburg, Russia. NOV 11–13, 2015, p. 26–28. Publisher: IEEE. DOI: 10.1109/IV Forum. 2015.7388242.
1. Lisitsyn A. B. et al. Theory and practice of meat processing. / A. B. Lisitsyn, N. N. Lipatov, L. S. Kudryashov, V. A. Aleksakhina, I. N. Chernukha. Moscow: Editorial service, 2008. 308 PP. (in Russian)
2. Rogov I. A., Zabashta A. G., Kazyulin G. P. General technology of meat and meat products. Moscow: Kolos, 2014. 367 PP. (in Russian)
3. Analysis of meat. [Electronic resource]: <http://www.znaytovar.ru/s/Analiz-myasa.html>. (accessed 09.06.19) (in Russian)
4. Lazarev V. L., Brusentsev A. A., Strulev F. Yu. Models for logistics of production at the site of heat treatment of sausages. Proceedings of the VIII International scientific and technical conference “Low-Temperature and food technologies in the XXI century”, St. Petersburg, ITMO University, 15–17 November 2017 P. 101–104. (in Russian)
5. Anikin B. A. Logistics. Moscow: Prospect, 2013. 406 PP. (in Russian)
6. Karpin E. B. Automation of technological processes of food production. Moscow: Agropromizdat, 1985. 536 PP. (in Russian)
7. Blagoveshchenskaya M. M., Zlobin L. A. Information technologies of control systems of technological processes. Moscow: Higher school, 2005. 768 PP. (in Russian)
8. Skhirtladze A. G. automation of technological processes and production: textbook for universities. Moscow: Abris, 2012. 568 c. (in Russian)
9. Methods of classical and modern control theory. Textbook: In 5 vols. / Ed. K. A. Pupkova, N. D. Egupkina. Vol. 1. Mathematical models, dynamic characteristics and analysis of automatic control systems. Moscow: MGТУ, 2005. 656 PP. (in Russian)
10. Besekerskii V. A., Popov E. P. Theory of automatic control systems. Ed. 4th, Rev. SPb.: Profession, 2003. 752 PP. (in Russian)
11. Borodin I. F., Sudzik Yu. A. Automation of technological processes. Moscow: Kolos, 2004. 344 PP. (in Russian)
12. Soft calculations and measurements. Monograph: in 3 vols. / ed. S. V. Prokopchinoy Vol. 1. Theoretical foundations and methods. Moscow: Scientific library, 2017. 420 PP. (in Russian)
13. Lazarev V. L. Analysis and design of multicomponent systems in biotechnology industry in the context of uncertainty based on entropy potential quality indicators. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2017. No 2. p. 84–90. (in Russian)
13. Gorokhov V. L., Kholodnyak D. V. Comparison of ontological and cognitive metaphors of complex systems. / Collection of reports of the XXI International conference on soft computing and measurements “SCM-2018” 23–25 may 2018 St. Petersburg: Publishing house SPbGETU “LETI”, 2018. Pp. 301–302. (in Russian)
15. Lazarev V. L. Robust models of uncertainty States of systems based on the concepts of entropy potentials. / Collection of reports of the XXI International conference on soft computing and measurements “SCM-2018”. May 23–25, 2018 Vol. 1. St. Petersburg: Publishing house SPbGETU “LETI”, 2018. pp. 11–14. (in Russian)
16. Lazarev V. L. Epistemological foundations for generation of perspective competencies in the training of personnel for industrial and economic complex. 4th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science, Education, Innovations). Saint Petersburg, Russia. NOV 11–13, 2015, p. 26–28. Publisher: IEEE. DOI: 10.1109/IV Forum. 2015.7388242.

**Сведения об авторах****Лазарев Виктор Лазаревич**

к. т. н., доцент факультета низкотемпературной энергетики  
Университета ИТМО, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9,  
holod25@yandex.ru

**Горохов Владимир Леонидович**

д. т. н., профессор факультета инженерной экологии  
и городского хозяйства Санкт-Петербургского  
государственного архитектурно-строительного университета,  
Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4,  
tsb@spbgasu.ru

**Власов Данил Алексеевич**

студент факультета низкотемпературной энергетики  
Университета ИТМО, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9,  
holod25@yandex.ru

**Information about authors****Lazarev Viktor Lazarevich**

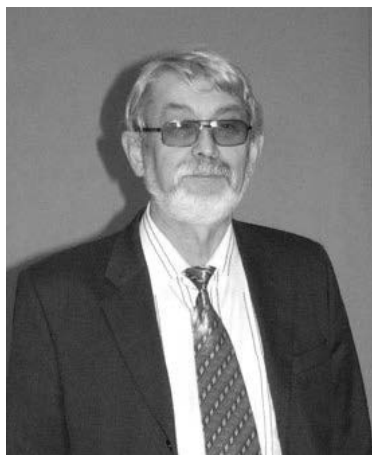
Ph. D., Associate professor of Faculty of Cryogenic Engineering of  
ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str.,  
9, holod25@yandex.ru

**Gorokhov Vladimir Leonidovich**

D. Sc., Professor of Faculty of environmental  
engineering and municipal services of Saint Petersburg State  
University of Architecture and Civil Engineering, 4 Vtoraya  
Krasnoarmeiskaya ul., Saint Petersburg, Russia, 190005,  
tsb@spbgasu.ru

**Vlasov Danil Alekseevich**

Student of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University,  
191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9,  
holod25@yandex.ru



## Поздравляем с юбилеем Ю. А. Лаптева!

23 декабря 2019 г. исполняется 75 лет со дня рождения Главному ученому секретарю Международной академии холода, Академику МАХ — Юрию Александровичу Лаптеву.

Юрий Александрович поступил в Ленинградский технологический институт холодильной промышленности (ЛТИХП) в 1968 г., имея опыт работы на Мурманской судовой верфи и службы в ВС СССР, и с отличием окончил вуз. С 1973 г. работает на кафедре теоретических основ тепло- и хладотехники (ТОТХТ). В 1976 г. принят в аспирантуру кафедры. В 1979 г. защитил кандидатскую диссертацию и работал в НИЧ кафедры, являясь ведущим научным сотрудником. В 1983 г. Юрий Александрович был избран ученым секретарем Рабочей группы Научного Совета РАН, а в 1995 г. — Главным ученым секретарем Международной Академии холода, награжден Почетной грамотой Минобрнауки РФ, имеет звание «Почетный работник науки и техники РФ».

На сегодняшний день Ю. А. Лаптев продолжает трудиться в должности тьютора на факультете низкотемпературной энергетики Университета ИТМО.

Лаптев Ю. А. за многие годы работы проявил себя как ответственный исполнитель и научный руководитель важнейших НИР, он активно участвует в учебном процессе, руководит магистрантами, является куратором заочной формы образования на кафедре. Область его научных интересов — теплофизические свойства хладагентов и хладоносителей, их применение и эколого-энергетические характеристики. Юрий Александрович автор более двухсот пятидесяти научных работ, пособий, статей, стандартов, изобретений в области свойств хладагентов.

Юрий Александрович исключительно добросовестный, высококвалифицированный специалист, надежный, искренний, доброжелательный и отзывчивый товарищ и коллега. Он заслуженно пользуется авторитетом и уважением в коллективе университета и среди членов Международной академии холода.

*Президиум Международной академии холода, редколлегия журнала «Вестник МАХ»  
сердечно поздравляют Вас, Юрий Александрович, с юбилеем!  
Желаем крепкого здоровья, энергии, творческого задора,  
новых профессиональных достижений и благополучия в семье!*