

# НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СЕРИЯ «Технические науки»

# 7-8 (41-42) 2015

Научный журнал

Издается с марта  
2011 года

ISSN 2221-9552 (Print)

• Выходит один раз в месяц •

Учредитель:

© 2015 ООО «Коллоквиум»

ул. Первомайская, 136 «А».  
г. Йошкар-Ола,  
Республика Марий Эл,  
424002, Россия,

Тел/Факс +7 987 70 988 34  
8 (8362) 65-44-01.

E-mail: [ujourn@gmail.com](mailto:ujourn@gmail.com).

Web: // [www.universityjournal.ru](http://www.universityjournal.ru).

Все поступившие статьи проходят  
обязательное рецензирование.  
Авторы несут ответственность за  
оригинальность своих статей и  
содержащиеся в них сведения.  
Мнение издательства может не  
совпадать с мнением  
авторов статей.

НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
индексируется:

Science index, Universal Impact  
Factor {UIF}, Google scholar, Open  
Academic Journals Index (OAJI),  
EBSCO, Directory of Research  
Journal Indexing (DRJI),  
Ulrich's Periodicals Directory.

Все статьи доступны для  
свободного некоммерческого  
использования на сайте журнала  
[www.universityjournal.ru](http://www.universityjournal.ru).

Главный редактор *А. В. Бурков*

Редакционная коллегия:

**А.В. Бурков**, д-р. экон. наук, доцент, *Россия*.  
**Е.А. Мурзина**, канд. экон. наук, доцент, *Россия*.  
**А.В. Затонский**, д-р. техн. наук, профессор, *Россия*.  
**Н.В. Митюков**, д-р. техн. наук, доцент, *Россия*.  
**В.В. Носов**, д-р. экон. наук, профессор, *Россия*.  
**Л.В. Лукниенко**, д-р. техн. наук, доцент, *Россия*.  
**Т.В. Ялялиева**, канд. экон. наук, доцент, *Россия*.  
**К.В. Дядюн**, канд. юрид. наук, доцент, *Россия*.  
**В.В. Вышкварцев**, канд. юрид. наук, доцент, *Россия*.  
**Т.А. Магсумов**, канд. истор. наук, профессор РАЕ, *Россия*.  
**О.В. Белоус**, канд. психол. наук, доцент, *Россия*.  
**И.Д. Котляров**, канд. экон. наук, доцент, *Россия*.  
**Н.Е. Назарова**, канд. техн. наук, доцент, *Россия*.

Международный редакционный совет:

**А. Анка Аламилльо**, д-р. естествознания, профессор, *Испания*.  
**А.Х. Аймаганбетова**, д-р психолог. наук, профессор, *Казахстан*.  
**Е.Е. Блинова**, д-р психолог. наук, профессор, *Украина*.  
**К.З. Вачева**, д-р. архитектуры, профессор, *Болгария*.  
**И.В. Древаль**, д-р. архитектуры, профессор, *Украина*.  
**Н.П. Крадин**, д-р. архитектуры, профессор, заслуженный архитектор  
России, член-корреспондент Российской академии архитектуры и  
строительных наук, *Россия*.  
**К.Р. Крауфорд**, д-р. естествознания (натуральной истории), профессор,  
*США*.  
**З. Фрифогель**, доктор богословия, *Германия*.  
**В.Н. Поливец**, д-р. истории, профессор, *Республика Молдова*.  
**Е.И. Ремизова**, д-р. архитектуры, профессор, *Украина*.  
**Н.М. Насыбуллина**, д-р. фармацев. наук, профессор, *Россия*.  
**Л.И. Фалюшина**, д-р. педаг. наук, доцент, *Россия*.  
**Г. Велковска**, д-р. экон. наук, доцент, *Болгария*.  
**О.Н. Кондратьева**, д-р. фил. наук, доцент, *Россия*.  
**Р.И. Олексенко**, канд. экон. наук, доцент, *Украина*.  
**Г.А. Мамедова**, канд. химич. наук, старший научный сотрудник,  
*Азербайджан*.  
**К.И. Курпаяниди**, канд. экон. наук, доцент, *Узбекистан*.  
**Т.С. Воропаева**, канд. психол. наук, доцент, *Украина*.

# NEW UNIVERSITY

Technical sciences

International peer reviewed  
science journal

# 7-8 (41-42) 2015

Has been issued  
since 2011

---

ISSN 2221-9552 (Print)

• *Journal is issued monthly* •

Publisher

© 2015 Published by Colloquium  
Ltd.

Pervomayskaya, 136A, Yoshkar-Ola,  
Mari El, 424002 Russia

Tel/Fax: +7 987 70 988 34  
E-mail: [ujourn@gmail.com](mailto:ujourn@gmail.com)  
Web: <http://www.universityjournal.ru>

All articles are subject  
to compulsory peer reviews.  
The mission of our journal is to reveal  
the level of the modern researcher's  
scientific knowledge.

NEW UNIVERSITY  
is included on the following  
index/abstracting/library:  
Science index, Universal Impact  
Factor {UIF}, Google scholar, Open  
Academic Journals Index (OAJI),  
EBSCO, Directory of Research  
Journal Indexing (DRJI),  
Ulrich's Periodicals Directory.

Available online at  
[www.universityjournal.ru](http://www.universityjournal.ru).

*Editor in Chief* **A. V. Burkov**

### *Editorial Board*

**A.V. Burkov**, Doctor of Economics, Associate Professor, *Russia*  
**E.A. Murzina**, Candidate of Economics, Associate Professor, *Russia*  
**A.V. Zatonksy**, Doctor of Technical Sciences, Professor, *Russia*  
**N.V. Mitiukov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, *Russia*  
**V.V. Nosov**, Doctor of Economics, Professor, *Russia*  
**L.V. Lukienko**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, *Russia*  
**T.V. Yalyalieva**, Candidate of Economics, Associate Professor, *Russia*  
**K.V. Dyadyun**, Candidate of Law, Associate Professor, *Russia*  
**V.V. Vyshkvartsev**, Candidate of Law, Associate Professor, *Russia*  
**T.A. Magsumov**, Candidate of History, Professor, *Russia*  
**O.V. Belous**, Candidate of Psychology, Associate Professor, *Russia*  
**I.D. Kotlyarov**, Candidate of Economics, Associate Professor, *Russia*  
**N.E. Nazarova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, *Russia*

### *International Editorial Board*

**A. Anca Alamillo**, Doctor of natural history, Professor, *Spain*.  
**A.H. Aymaganbetova**, Doctor of Psychology, Professor, *Kazakhstan*  
**E.E. Blinova**, Doctor of Psychology, Professor, *Ukraine*  
**K.Z. Vacheva**, Doctor of Architecture, Professor, *Bulgaria*  
**I.V. Dreval**, Doctor of Architecture, Professor, *Ukraine*  
**N.P. Kradin**, Doctor of Architecture, Professor, Honored Architect of Russia,  
Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Building  
Sciences, *Russia*.  
**K.R. Crawford**, Doctor of natural history, Professor, *USA*.  
**Z. Freivogel**, Doctor of Divinity, German Society for the Maritime and Naval  
History, *Germany*  
**V.N. Polivtsev**, Doctor of History, Professor, *Republic of Moldova*.  
**E.I. Remizova**, Doctor of Architecture, Professor, *Ukraine*.  
**N.M. Nasybullina**, Doctor of Pharmaceutics, Professor, *Russia*.  
**L.I. Falyushina**, Doctor of Pedagogy, Associate Professor, *Russia*.  
**G. Velcovska**, Doctor of Economics, Professor, *Bulgaria*.  
**O.N. Kondratieva**, Doctor of Philology, Associate Professor, *Russia*  
**R.I. Oleksenko**, Doctor of Economics, Professor, *Ukraine*.  
**G.A. Mamedova**, Candidate of Chemistry, Senior Research Officer, *Azerbaijan*  
**K.I. Kurpayanidi**, Candidate of Economics, Associate Professor, *Uzbekistan*.  
**T.S. Voropaeva**, Candidate of psychological sciences, Associate Professor,  
*Ukraine*.

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	<b>CONTENTS</b>
<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b>	<b>AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES</b>
<b>Н.В. Чернецкий, В.Д. Кишенько</b>	<b>4 N.V. Chernetskiy, V.D. Kishenko</b>
Интеграция интеллектуальных технологий в систему управления технологическими процессами приготовления пивного сусла	Integration intelligent technologies in control systems process cooking beer wort
<b>Ю.И. Володина, А.В. Затонский</b>	<b>10 Ju.I. Volodina, A.V. Zatonkiy</b>
Системный анализ критериев эффективности городского общественного транспорта	System analysis of urban transport efficiency
<b>ВОПРОСЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ</b>	<b>ISSUES OF ENGINEERING</b>
<b>А.О. Харитонов, П.Я. Бибииков, А.Д. Бардовский, П.М. Вержжанский, Б.В. Воронин</b>	<b>16 A.O. Kharitonov, P.Ya. Bibikov, A.D. Bardovskiy, P.M. Verzhanskiy, B.V. Voronin</b>
Изучение процесса разделения слабых пород на фракции способом пресс-классификации	The study of the process of separation of weak rocks on the faction way press classification
<b>И.П. Эгамбердиев, Х.И. Ахмедов, О.В. Туйбойов, Ж.Р. Рашипов, А.А. Жумаев</b>	<b>24 I.P. Egamberdiyev, Kh.I. Akhmedov, O.V. Tuyboyov, Zh.R. Ravshanov, A.A. Jumaev</b>
Оптимизация режимов предварительной приработки зуборезного инструмента по температуре	Optimization preview mode burnishing cutting tools temperature
<b>ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ</b>	<b>THEORY AND PRACTICE OF PUBLIC CATERING</b>
<b>О.Н. Самченко, М.А. Меркучева</b>	<b>27 O.N. Samchenko, M.A. Merkucheva</b>
Пророщенное зерно – перспективное сырье для разработки новых видов изделий	Germinated seed – perspective raw material to develop new types of products
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН</b>	<b>MATHEMATICAL AND THE SOFTWARE OF COMPUTERS</b>
<b>В.В. Бродницкий</b>	<b>33 V.V. Brodnitskiy</b>
Мониторинг ресурсов приложений JVM	Monitoring JVM application resources
<b>СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ</b>	<b>SYSTEM ANALYSIS, MANAGEMENT AND INFORMATION PROCESSING</b>
<b>В.А. Романчук</b>	<b>37 V.A. Romanchuk</b>
Формализованное описание параллельных, распределенных и облачных систем на базе нейропроцессоров	A formal description of parallel, distributed and cloud-based systems neuroprocessors
<b>Е.В. Албегов</b>	<b>42 E.V. Albegov</b>
Синтез концепта «гармония»	The synthesis of the concept «harmony»
<b>СВЕЖИЙ ВЗГЛЯД</b>	<b>FRESH VIEW</b>
<b>Т.Г. Ракаева</b>	<b>47 T.G. Rakaeva</b>
Регрессионно-дифференциальной модель динамики горной промышленности Пермского края	Regressive-differential model of the mining industry of the Perm region
<b>А.Р. Булатова, М.А. Останина</b>	<b>54 A.R. Bulatova, M.A. Ostanina</b>
Исследование возможностей повышения уровня рождаемости в России на основе математических многофакторных моделей	Study of the possibilities of increasing the birth rate in Russia on the basis of mathematical models
<b>Д.Ю. Суслов, Д.О. Темников</b>	<b>62 D.Yu. Suslov, D.O. Temnikov</b>
Современные системы газоснабжения городов и малых населенных пунктов	Modern gas supply system of cities and small settlements
<b>Д.В. Олейников, С.В. Угорова</b>	<b>66 D.V. Oleynikov, S.V. Ugorova</b>
Способ производства молочных конфет со стадией обдува осушенным воздухом	Method for of production of milk chocolates from step demisting dehumidified air
<b>Информация для авторов</b>	<b>69 Information for the authors</b>

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 663.413:004.896

*Н.В. Чернецкий<sup>\*</sup>, В.Д. Кишенько<sup>\*\*</sup>*

### ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА

*Обоснована необходимость построения интеллектуальной подсистемы в системе автоматического управления технологическими процессами приготовления пивного сусла. Применение нечеткой логики позволяет в условиях ограниченности и неопределенности информации о характеристиках объекта управления наиболее полно использовать знания эксплуатационного персонала в процессе управления. Стратегии управления определяются с помощью нелинейных математических моделей кинетики биотехнологических объектов, а также эвристических правил, заложенных в базе знаний. Приведена структурная схема системы управления процессами приготовления пивного сусла и определены функции отдельных блоков.*

***Ключевые слова:** производство пива, приготовление сусла, интеллектуальное управление, модель кинетики.*

Технологические процессы пивоваренного производства, в том числе процессы приготовления пивного сусла, относятся к сложным системам. Характерными признаками процессов приготовления пива как сложного объекта управления является неопределенность технологических параметров, особенно показателей качества сырья и полуфабрикатов, а также поведения, которое характеризуется перемежаемостью, то есть чередованием детерминированных, стохастических и хаотических режимов [1]. В условиях жесткой конкуренции возникает необходимость в расширении номенклатуры, что приводит к частым переналадкам оборудования через изменения рецептур и технологических режимов, вызывая при этом снижения эффективности производства [2]. Высокая лабильность качественных показателей сырья и продукции требует проведения жесткого их контроля в реальном времени и принятия оперативных мер по

---

© Чернецкий Н.В., Кишенько В.Д., 2015.

DOI: 10.15350/2221-9552.2015.7-8

<sup>\*</sup>Чернецкий Николай Владимирович – аспирант кафедры автоматизации процессов управления, Национальный университет пищевых технологий (Украина).

<sup>\*\*</sup>Кишенько Василий Дмитриевич – кандидат технических наук, профессор кафедры автоматизации процессов управления, Национальный университет пищевых технологий (Украина).

корректировке технологических процессов [3]. Такие проблемы могут быть решены системами автоматического управления технологическими процессами [4]. Учитывая то обстоятельство, что регулирование технологических режимов осуществляется на основе знаний специалистов, основу которых составляют эвристики, эффективное функционирование технологических процессов возможно тогда, когда системы автоматизации пивоваренного производства обеспечены интеллектуальными механизмами [5]. Поэтому организация системы автоматического управления заторно-варочного отделения, в котором проводятся сложные технологические процессы приготовления пивного сула, с учетом современных тенденций развития отечественной и зарубежной технической базы автоматизации и широких функциональных возможностей современных аппаратно-программных комплексов на основе интеллектуализации прикладных функций, является одним из актуальных проблем интенсификации пивоваренного производства. Ее решение позволит реализовать следующие целевые задачи:

- повысить оперативность в принятии решений по ведению технологических процессов;
- снизить роль человеческого фактора;
- улучшить качество продукции;
- уменьшить затраты материальных и энергетических ресурсов.

Как указано в [6] автоматизация управления пивоваренными предприятиями чувствует бум спроса и предложений, но это в основном касается финансово-экономического и маркетингового сектора. Автоматизация же технологических процессов, хотя и реализована на современных микропроцессорных средствах и системах диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) [7], характеризуется реализацией прикладных функций управления на локальном уровне [8]: сбор, архивирование и представление информации, составление отчетов, сигнализация, регулирования отдельных технологических параметров. При этом в стороне остаются вопросы автоматизации биотехнологических процессов, в которых происходят ферментативные и биохимические преобразования пивоваренного сырья в полупродукт и конечный продукт. При изучении мирового опыта и достигнутого передовыми странами, производящими пиво, научно-технического уровня была обнаружена общность проблем, затрудняющих не только автоматизацию пивоварения, но и сдерживающих прогрессивное развитие самой технологии производства пива [6].

Создание гибкого технологического процесса пивоварения невозможно без автоматизации каждого его этапа. При этом оказалось невозможным применение существующих методов автоматизации без технологического мониторинга качества продукции [3,9]. Возмущающими воздействиями в пивоварении является многочисленные факторы труднопредсказуемого биотехнологического ферментативного процесса, которые постоянно приводят к изменению физических, химических и биохимических переменных качества продуктов, требуют применения математических моделей кинетики биохимических превращений с использованием интеллектуальных технологий [6]. В последнее время, все большее распространение получают интеллектуальные системы управления, построенные на нечеткой логике, нейронных сетях, генетических алгоритмах, которые способны к распознаванию ситуаций, к самообучению и адаптации к возмущениям, к воздействию внешней среды и условий работы [10], с помощью которых можно решить вышеназванные проблемы.

Система управления процессами приготовления пивного сула должна обеспечить возможность ведения технологических процессов в наиболее эффективной области пространства технологических параметров в зависимости от выбранных приоритетов критериев управления: при максимальной производительности и высоком качестве готового продукта свести ресурсопотребление к минимальным значениям. В условиях современного производства технологические условия ведения пивоварения могут изменяться как в течение суток, так и в течение рабочей смены. Вместе с внешними условиями меняются также критерии, в соответствии с которыми процесс будет считаться эффективным. Таким образом, задача выбора единого, универсального для всех технологических ситуаций, критерия эффективности функционирования заторно-варочного отделения пивзавода не представляется возможной. Необходима организация много-

критериального управления процессами производства пива с учетом ситуационного изменения приоритетности критериев, что возможно только на основании знаний экспертов, которые могут быть сохранены в базе знаний интеллектуальной составляющей системы управления.

Новое качество систем управления требует внедрения эффективных архитектурных решений как на аппаратном, так и на программном уровнях реализации, учитывая рост объемов и сложности информационных процессов, требований к их временным параметрам. Одним из решений в контексте указанной проблемы является модельно-ориентированный подход к созданию систем [11]. Он предусматривает использование на всех этапах функционирования системы большого количества моделей различного назначения и структуры. Для обеспечения генерации, транспортировки, хранения и использования актуальных на конкретном этапе интеллектуального анализа и принятия решений моделей, в общем случае, нужно достигать высоких показателей производительности программно-аппаратной инфраструктуры. Данное требование усиливается в связи с особенностями архитектуры и функционирования встроенных систем реального времени как типичной целевой платформы промышленных систем интеллектуального управления. В предложенном нами методе управления с изменением стратегий указанный подход также является чрезвычайно актуальным, учитывая использование различных моделей, в том числе отображающих кинетику процессов, тип и структура которых может существенно изменяться в соответствии с текущей ситуацией и соответствующей стратегии управления, выбора целей, методов и параметров управления, методов прогнозирования, адаптации, оптимизации. Проведенный анализ [12] позволяет аргументировано утверждать, что разработка и внедрение гибридных интеллектуальных систем управления, использующих динамическую базу знаний, позволит достичь путем интеллектуальной подстройки параметров системы заданные показатели качества при воздействии на объект неконтролируемых внешних возмущений и изменений производственных программ.

Нами предложена структура системы управления процессами приготовления пивного сула с интеллектуальной компонентой, которая базируется на решении задач аналитического синтеза закона управления на основе методов синергетики [12] и интеллектуальных технологий, который обеспечивает оптимизацию ситуационно определенного функционала качества управления технологическими процессами.

Задача синтеза закона управления процессами приготовления пивного сула основывается на рассмотрении системы нелинейных кинетических уравнений, усовершенствованной для целей управления из базовых моделей кинетики биохимических процессов [13, 14]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dG_n}{dt} = (B_1 - B_2 \frac{E}{L+E} \frac{G_n}{G_n + M_1 G_2})(t - t_1) \\ \frac{dG_2}{dt} = (B_2 \frac{E}{L+E} \frac{G_n}{G_n + M_1 G_2} - B_1 \frac{E_1}{L_1 + E_1} \frac{G_2}{G_2 + M_2 G})(t - t_2) \\ \frac{dG}{dt} = (B_1 \frac{E_1}{L_1 + E_1} \frac{G_2}{G_2 + M_2 G} - B_2 \frac{XG}{1+G+M_3 X})(t - t_3) \\ \frac{dE}{dt} = (E_0 \frac{G_n}{B_2 G_n} X \frac{B_1}{B_1 + G_2 + M_4 G} - M_5 E)(t - t_4) \\ \frac{dE_1}{dt} = (E_{01} \frac{G_2}{B_2 + G_2} X \frac{B_1}{B_1 + GM_6} - M_7 E_1)(t - t_5) \\ \frac{dX}{dt} = (\frac{XG}{1+G+M_8 X} - B_2 X)(t - t_6) \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $G_n$  - концентрация крахмала;  
 $G_2$  - концентрация мальтодекстрина;  
 $G$  - концентрация мальтозы;  
 $E$  - концентрация  $\alpha$ -амилазы;  
 $E_1$  - концентрация  $\beta$ -амилазы;  
 $X$  - концентрация глюкозы;  
 $E_{01}$  - коэффициент активности  $\alpha$ -амилазы;  
 $E_0$  - коэффициент активности  $\beta$ -амилазы;  
 $L$  - степень адсорбции  $\alpha$ -амилазы;  
 $L_1$  - степень адсорбции  $\beta$ -амилазы;  
 $B_1$  - коэффициент, зависящий от температуры;  
 $B_2$  - коэффициент, зависящий от гидромодуля;  
 $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, M_7, M_8$  - коэффициенты, зависящие от сорта солода;  
 $t$  - текущее время;  
 $t_1$  - время, необходимое для достижения достаточной концентрации крахмала в сусле;  
 $t_2$  - время, необходимое для достижения достаточной концентрации мальтодекстрина в сусле;  
 $t_3$  - время, необходимое для достижения достаточной концентрации мальтозы в сусле;  
 $t_4$  - время, необходимое для достижения достаточной концентрации  $\alpha$ -амилазы в сусле;  
 $t_5$  - время, необходимое для достижения достаточной концентрации  $\beta$ -амилазы в сусле;  
 $t_6$  - время, необходимое для достижения достаточной концентрации глюкозы в сусле.

Модель (1) дает возможность рассчитать ход процессов приготовления пивного сусле и установления заданий для работы системы управления. Экспертные знания о значениях параметров модели в зависимости от сорта пива, особенностей приготовления сусле, о степени влияния показателей сырья находятся в базе знаний, построенной на основе производственных правил [10]. Задача управления заключается в том, что за счет интеллектуальных механизмов и синергетического синтеза системы регулирования осуществляется автоматический выбор режимов затиранья солода (температуры и продолжительности каждой паузы) в зависимости от сорта пива, характеристик качественных показателей солода, активности ферментов. На основе задания на производство по ассортименту продукции и анализа качества сырья базой знаний осуществляется выбор соответствующей математической кинетической модели для сорта пива. Параметры отобранной математической кинетической модели определяются и непрерывно уточняются в процессе затиранья солода в заторном аппарате с использованием информации о текущих значениях степени осахаривания, плотности сусле и температуры в заторном аппарате. Полученная математическая кинетическая модель позволяет осуществить синергетический синтез оптимальных технологических режимов на каждой стадии затиранья солода как инвариантных многообразий (аттракторов) в фазовом пространстве объекта регулирования. Определенные оптимальные режимы формируют задачи регуляторам гидромодуля, температуры и продолжительности периодов цикла затирки солода

Разработана система управления процессами приготовления пивного сусле с интеллектуальной подсистемой, структурная схема которой приведена на рис. 1.

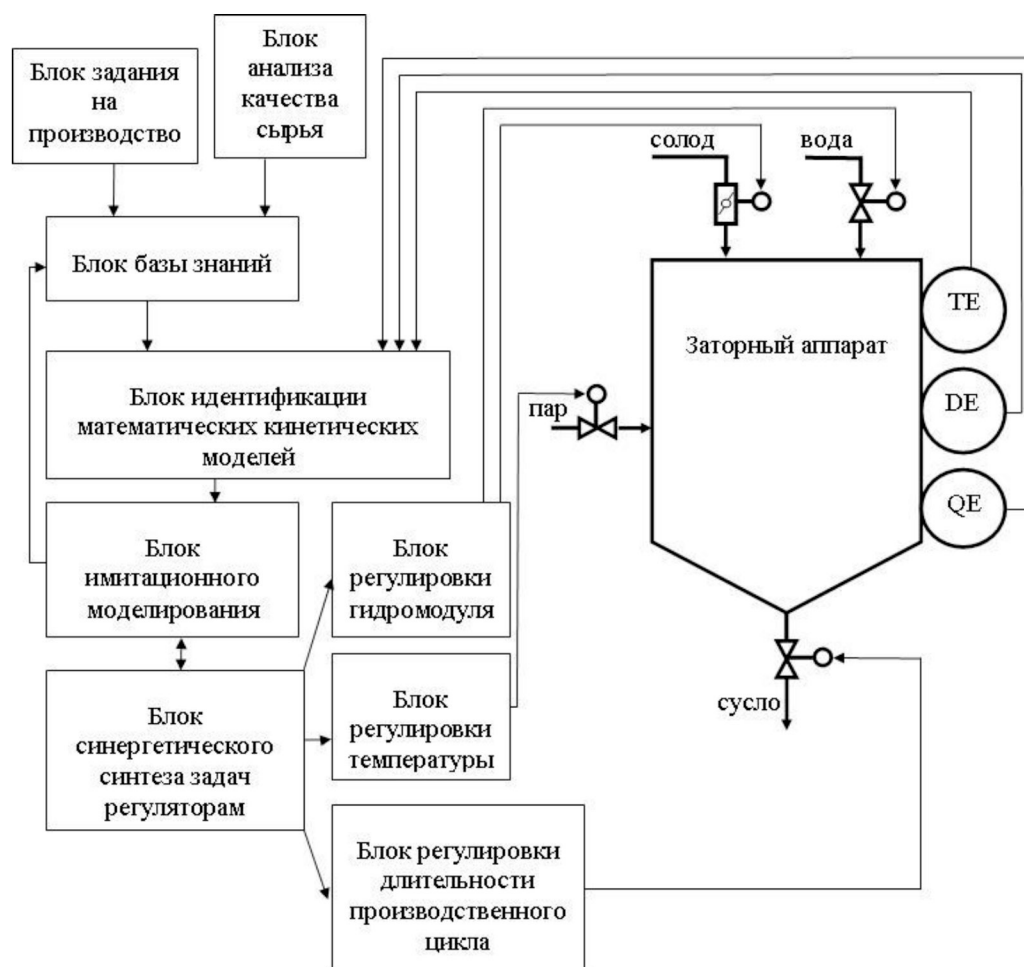


Рис. 1. Структурная схема системы управления процессами приготовления пивного сусла

Интеллектуальное синергетическое регулирование процесса затираания солода осуществляется следующим образом: на основе информации от датчиков о температуре (TE), плотности затора (DE) и степени осахаривания затора (QE), а также от блока анализа качества сырья и сформированного задания на производство, а также информации, получаемой от базы знаний, блоком идентификации математических кинетических моделей осуществляется оценка параметров математической кинетической модели, которая и определяет технологический режим конкретной варки затора. На основе идентифицированной математической кинетической модели в блоке синергетического синтеза задач регуляторам осуществляется определение инвариантных многообразий (аттракторов), в которых обеспечиваются оптимальные режимы на каждой стадии процесса затираания солода. Технологические режимы на каждой стадии процесса затираания солода реализуется регулятором гидромодуля, регулятором температуры и регулятором продолжительности производственного цикла, которые изменяют соответственно положения исполнительных механизмов подачи солода, подачи воды и пара, а также слива сусла из аппарата.

Представленный подход к управлению процессами приготовления пивного сусла и реализованная на его базе система управления с использованием нелинейных моделей кинетики позволяет создавать стратегии управления, которые гибко адаптируются к меняющимся условиям функционирования в сложных ситуациях производства пива. При этом улучшается качество продукции и растет производительность заторного аппарата в условиях изменения задач об ассортименте продукции.

## Бібліографічний список

- [1] Місюра М.Д., Кишенько В.Д. Сценарне керування технологічними процесами виробництва пива // Наукові праці НУХТ. – К. : НУХТ, 2009. – № 28. – С. 53-55.
- [2] Kunze W. Technology Brewing & Malting. – 4th updated edition. – VLB, Berlin, 2010. – 1100 p.
- [3] Третьяк Л.Н. Проблемы контроля качества пива // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 9. – С. 197–203.
- [4] Сергин М.Ю. Современное состояние и возможные пути решения проблем построения систем управления технологическими процессами // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. – №1. – С. 2-8.
- [5] Мейтус В. Ю. К проблеме интеллектуализации компьютерных систем // Математичні машини і системи. – 2008. – № 2. – С. 24–37.
- [6] Третьяк Л.Н. Автоматизация управления процессом производства пива с заданными свойствами // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 10. – С. 169-178.
- [7] Андреев Е.Б., Куцевич Н.А., Синенко О.В. SCADA-системы: взгляд изнутри. – М.: Издательство «РТСофт», 2004. – 176 с.
- [8] Володин В.В., Хрсан Д. АСУ для фильтрации пива в Волжском филиале ОАО “САН Интербрю” // Информатизация и системы управления в промышленности. – 2006. – № 2(10). – С. 8-13.
- [9] Kishenko V. The problems of technological monitoring in the control of industrial enterprise // Pressing issues and priorities in development of the scientific and technological complex. – B&M Publishing, San Francisco, California, USA. – 2013. – pp. 62-68.
- [10] Ternovoy M. Intellectual Control Systems Fuzzy Knowledgebase-Building Technique // Proceedings of the International Conference TCSET'2008. – Lviv-Slavsko. – pp. 97-98.
- [11] Литвинов В.В., Казимир В.В. Модельно-ориентированное управление как стратегия функционирования интеллектуальных производственных систем // Математичні машини і системи. – 2004. – № 4. – С. 143-156.
- [12] Кишенько В.Д., Лобок О.П., Чернецкий М.В. Синергетичне управління технологічними процесами приготування пивного сусла // Наукові праці НУХТ. – К.: НУХТ, 2012. – № 45. – С. 81-86.
- [13] Кишенько В.Д., Чернецкий Н. В. Моделирование аттрактивного поведения технологических процессов приготовления пивного сусла // Информационные технологии моделирования и управления. – 2013. – № 6(84). – С. 570-575.
- [14] Muller R. A mathematical model of the formation of fermentable sugars from starch hydrolysis during high-temperature mashing // Enzyme and Microbial Technology. –2000. – № 27. – pp. 337–344.

\*\*\*

UDC 663.413:004.896

*N.V. Chernetskiy, V.D. Kishenko***INTEGRATION INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN CONTROL  
SYSTEMS PROCESS COOKING BEER WORT**

*The necessity of building intelligent subsystems in the system of automatic control of technological processes preparation of wort. The use of fuzzy logic allows, with limited and uncertain information about the characteristics of the control object the fullest use of the knowledge of operational staff in the management process. Management strategies are defined by non-linear mathematical models of the kinetics of biotech facilities, as well as heuristic rules laid down in the knowledge base. The block diagram of the system management process of cooking wort and the functions of individual blocks.*

**Keywords:** production of beer, wort cooking, intelligent control, kinetic model.