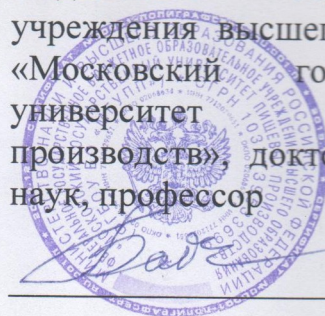


УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский государственный
университет пищевых
производств», доктор химических
наук, профессор



Ю.В. Бабин

« » 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом стерилизации консервов в промышленном автоклаве», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая промышленность), выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В начале подготовки диссертации соискатель Мокрушин Сергей Александрович обучался в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

В 2006 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вятский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации по специальности 140604.65 Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов.

Справка об обучении с указанием результатов сдачи кандидатских экзаменов по иностранному языку, истории и философии науки выдана в 2017 году федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Вятский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации. Справка об обучении с указанием результатов сдачи кандидатского экзамена по специальности «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая промышленность)» выдана в 2018 году федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства образования и науки Российской Федерации., в котором Мокрушин Сергей Александрович продолжил подготовку диссертации.

Научный руководитель - Благовещенский Иван Германович, доктор технических наук, директор института информационных технологий, автоматизации и робототехники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, доцент кафедры автоматизированных систем управления биотехнологическими процессами (АСУБП).

По итогам обсуждения диссертации на расширенном заседании кафедры АСУБП принято следующее решение:

Актуальность темы исследования.

Консервы являются стратегическим продуктом питания, от их качества зависит продовольственная безопасность страны в чрезвычайных ситуациях. Одними из основных процессов обработки сырья в пищевой промышленности является термическая обработка продукта (стерилизация и пастеризация), которая достаточно энергоемка. Ассортимент консервной продукции в условиях рыночной конкуренции постоянно расширяется, а к качеству консервов предъявляются более высокие требования, которые могут удовлетворяться только за счет совершенствования технологии и оборудования. По этой причине на многих предприятиях предусмотрены мероприятия по выведению из эксплуатации старого неэффективного оборудования и внедрению нового прогрессивного, а также использованию инновационных технологий в производственном процессе.

Резкому повышению эффективности технологического процесса стерилизации консервов может способствовать внедрение автоматизированных систем управления технологическим процессом, которые позволят более точно регулировать и поддерживать параметры процесса. Соответственно задача разработки систем автоматизации технологических процессов стерилизации консервов является актуальной.

Адекватная математическая модель технологического процесса является одним из наиболее мощных инструментов создания эффективных систем автоматического управления. Следует отметить, что процесс стерилизации зависит от ряда факторов, учет влияния и взаимодействия которых, а также точность их отражения на поведении модели является одной из главных задач диссертации.

Таким образом, можно утверждать, что разработка эффективных алгоритмов и системы автоматического управления автоклавом на основе современных законов управления для ведения процесса стерилизации

консервов, является актуальной научной задачей, решение которой позволит существенно снизить расход энергоресурсов и процент брака продукции после стерилизационной обработки, что, в конечном итоге, отразится на себестоимости конечного продукта.

Научная новизна.

1. Выявлены основные показатели качества, система технических требований и ограничений, необходимые для рационального решения задач автоматического управления технологическим процессом стерилизации консервов в промышленном автоклаве.

2. Предложена математическая модель, наибольшим образом соответствующая физической природе протекающих в автоклаве теплообменных процессов, учитывающая не только тепловую ёмкость воды и продукта в автоклаве, но и тепловую ёмкость корпуса автоклава.

3. Разработана математическая модель процесса стерилизации консервов в промышленном автоклаве, отличающаяся тем, что она организована по блочному принципу и включает в себя как математическое описание процесса изменения температуры, так и давления во внутреннем объеме автоклава, а также учитывает взаимную связь между этими параметрами.

4. Разработан алгоритм и структура системы автоматического управления технологическим процессом стерилизации консервов, реализующие современные законы автоматического управления и учитывающие взаимное влияние друг на друга управляющих координат.

5. Поставлена и решена задача заданного управления многостадийным процессом стерилизации консервов в промышленном автоклаве при паровом нагреве в воде с противодавлением за счет создания перепрограммируемой системы автоматического управления.

Практическая значимость.

1. Разработана и реализована на ЭВМ математическая модель технологического процесса стерилизации консервов, которая может использоваться в научно-исследовательских работах.

2. Разработана структура системы автоматического управления технологическим процессом стерилизации консервов, которая является универсальной и может эффективно использоваться при проектировании систем управления аппаратов, использующих аналогичные технологии.

3. Предложенный алгоритм автоматического управления может быть использован для усовершенствования существующих и создания новых систем автоматического управления стерилизационными установками, реализующими аналогичные технологии.

4. Предложенный алгоритм и система автоматического управления позволяют добиться более глубокой автоматизации, в том числе подготовительных операций, что, в свою очередь, существенно сокращает ручной труд в производственном цикле стерилизации консервов.

5. Практическая реализация системы автоматического управления процессом стерилизации консервов в промышленном автоклаве выполнена в виде программно-аппаратного комплекса с автоматизированным рабочим местом оператора и внедрена в технологический процесс на ООО Консервный завод «Росинка» (г. Яранск, Кировская обл.).

Достоверность и обоснованность.

Достоверность и обоснованность представленных в диссертационной работе теоретических результатов и формулируемых на их основе выводов, научных положений, методики разработки и рекомендаций, обеспечивается проработкой модели исследуемого технологического процесса, строгостью производимых математических выкладок, апробированных расчетных

методик, базирующихся на аппарате теории автоматического управления, имеющего под собой достаточно жесткую математическую основу. Подтверждается их непротиворечивостью известным положениям в соответствующих предметных областях, а также достаточной сходимостью экспериментально полученных результатов на реальном объекте управления - промышленном автоклаве для стерилизации консервов.

Справедливость выводов относительно предложенной системы автоматического управления и её алгоритмов подтверждена математическим моделированием с применением современных вычислительных методов, численным определением параметров модели объекта и идентификацией при помощи экспериментальных данных промышленных процессов стерилизации консервов, а также воспроизводимостью опытов.

Корректное применение теории автоматического управления и методов аппроксимации и идентификации объекта управления показало согласованность экспериментальных данных и результатов теоретического исследования.

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 24 работы (из них 6 научных статей, 18 научных докладов в сборниках научных трудов), в том числе 4 работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основными работами Сергея Александровича Мокрушина являются:

1. Мокрушин С.А. Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК // Естественные и технические науки. – М.: Издательство «Спутник+», 2010 г. - №4 (48). - с.309-314.

2. Мокрушин С.А., Хорошавин В.С., Филатова Е.С., Русяева Т.Л. Управление процессами тепловой обработки пищевых продуктов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-7935> (дата обращения: 25.12.2012).

3. Мокрушин С.А., Охапкин С.И., Хорошавин В.С. Исследование процесса стерилизации консервной продукции с целью дальнейшей автоматизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №4. с. 62–72.

4. Мокрушин С.А., Охапкин С.И., Москвин Э.В. Особенности построения системы управления процессом тепловой обработки пищевых продуктов в автоклавах // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Тематическое направление «Автоматизация и управление». – Санкт-Петербург: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015 г. - №10. - с. 45–49.

Публикации в других изданиях.

5. Мокрушин С.А. Стерилизация консервной продукции // Автоматизация и производство. – М.: ПО «ОВЕН», 2010 г.- №1'10. – с. 30-31.

6. Мокрушин С.А., Хорошавин В.С. Автоматизация процесса стерилизации консервов // «Общество-наука-инновации» Сб. материалов ежег. всероссийской науч.-технич. конф. Том 2 / ВятГУ. – Киров, 2010 г, с.125-127.

7. Мокрушин С.А., Хорошавин В.С., Присмотров Н.И. Исследование автоматической настройки ПИД-регулятора // «Общество-наука-инновации» Сб. материалов ежег. всероссийской науч.-технич. конф. Том 2 / ВятГУ. – Киров, 2010 г, с.116-119.

8. Мокрушин С.А. / Проблемы реализации системы регулирования процесса стерилизации консервов [Электронный ресурс] / С. А. Мокрушин, В.С. Хорошавин // Общество, наука, инновации (НТК-2011): ежегод. открыт. всерос. науч.-технич. конф., 18-29 апр. 2011.: сб. материалов / Вят. гос. ун-т; отв. ред. С.Г. Литвинец. – Киров, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем». Статья № 8).

9. Современные технологии процесса стерилизации консервов как объекты управления [Электронный ресурс] / С. А. Мокрушин, В. С. Хорошавин // Всероссийская ежегодная научно-техническая конференция «Общество, наука, инновации» (НТК-2012). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ : 16-27 апр. 2012 г. : сб. материалов / Вят. гос. ун-т ; отв. ред. С. Г. Литвинец. – Киров, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем». Статья № 7).

10. Обзор и анализ стерилизаторов консервов с целью их дальнейшей автоматизации [Электронный ресурс] / С. А. Мокрушин, В. С. Хорошавин // Всероссийская ежегодная научно-техническая конференция «Общество, наука, инновации» (НТК-2012). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ : 16-27 апр. 2012 г. : сб. материалов / Вят. гос. ун-т ; отв. ред. С. Г. Литвинец. – Киров, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем». Статья № 8).

11. Исследование типовой конструкции автоклава с целью дальнейшей автоматизации процесса стерилизации [Электронный ресурс] / С. А. Мокрушин, В. С. Хорошавин // Всероссийская ежегодная научно-техническая конференция «Общество, наука, инновации» (НТК-2012). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ : 16-27 апр. 2012 г. : сб. материалов / Вят. гос. ун-т ; отв. ред. С. Г. Литвинец. – Киров, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем». Статья № 9).

12. Введение диагностических функций и исключение аварийных ситуаций в работе дискретных систем управления, реализованных на программируемых логических контроллерах [Электронный ресурс] / Е. Н.

Малышев, С. А. Мокрушин // Всероссийская ежегодная научно-техническая конференция «Общество, наука, инновации» (НТК-2012). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ : 16-27 апр. 2012 г. : сб. материалов / Вят. гос. ун-т ; отв. ред. С. Г. Литвинец. – Киров, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Факультет автоматизации и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем». Статья № 6).

13. Грудинин В.С., Малышев Е.Н., Мокрушин С.А. Информационно-графическое моделирование процессов для программирования ПЛК// Труды VII Международной (VIII Всероссийской) научно-технической конференции по автоматизированному электроприводу (секция 2: Новые электроприводы, электродвигатели, преобразователи и устройства управления): ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2012 г., с.355-359.

14. Мокрушин С.А., Охупкин С.И., Хорошавин В.С., Вахрушев В.Ю. Унификация применения технических средств «ОВЕН» в лабораторных работах на кафедре ЭПиАПУ// Труды VII Международной (VIII Всероссийской) научно-технической конференции по автоматизированному электроприводу (заседание круглого стола: Образовательные технологии по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника»): ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2012 г., с.671-673.

15. Реализация алгоритмов, представленных графом функционирования на современных программируемых логических контроллерах с использованием языков программирования стандарта МЭК 61131-3 [Электронный ресурс] / Н.А. Коршунов, Е.Н. Малышев, С.А. Мокрушин // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2013). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ: 15-26 апр. 2013 г.: сб. материалов / Вят. гос. ун-т; отв. ред. С.Г. Литвинец. – Киров, 2013. – 1

электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем» ст. 6)

16. Сравнительный анализ методов идентификации объекта управления [Электронный ресурс] / С. А. Мокрушин [и др.] // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2013). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ : 15-26 апр. 2013 г. : сб. материалов / Вят. гос. ун-т ; отв. ред. С. Г. Литвинец. – Киров, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем», ст. 22).

17. Методика идентификации объекта управления с целью его дальнейшей автоматизации [Электронный ресурс] / С. А. Мокрушин [и др.] // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2013). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ; ЭТФ : 15-26 апр. 2013 г. : сб. материалов / Вят. гос. ун-т ; отв. ред. С. Г. Литвинец. – Киров, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем», ст. 7).

18. Модель системы управления тепловыми процессами [Электронный ресурс] / С. А. Мокрушин, С. И. Охапкин, С. Г. Афанасьев // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2013). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ : 15-26 апр. 2013 г. : сб. материалов / Вят. гос. ун-т ; отв. ред. С. Г. Литвинец. – Киров, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем», ст. 19).

19. Мокрушин С.А. Инженерные методы идентификации статических объектов управления с целью их дальнейшей автоматизации/ С.А. Мокрушин, А.В. Журавлёв, С.В. Кротов, В.П. Теплых // Наука и образование в XXI веке: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 декабря 2013 г. В 8 частях. Часть V. Мин-во обр. и науки - М.: «АР-Консалт», 2014 г.- с. 55-57
20. Особенности имитационного моделирования системы автоматического управления теплоэнергетическим объектом [Электронный ресурс] / С. И. Охапкин, С. А. Мокрушин, А. В. Журавлёв // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2014). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ, ЮФ : 15-26 апр. 2014 г. : сб. материалов / Вят. гос. ун-т ; отв. ред. С. Г. Литвинец. – Киров, 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Сб. подготовлен при поддержке РФФИ, в рамках научного проекта №14-06-06003 – (Факультет автоматики и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем», ст. 1136).
21. Охапкин С.И. К вопросу о методах идентификации теплоэнергетических объектов управления /С.И. Охапкин, С.А. Мокрушин, С.Г. Афанасьев// Научный журнал «Advanced science». – Киров: Издательство «ВятГУ», 2014 г. – №1(4). – с. 10-23.
22. Разработка и исследование модели объекта в SCADA-системе [Электронный ресурс] / С.А. Мокрушин, [и др.]// ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ. (НПК – 2015) : всерос. ежегод. науч.- практ. конф.: сб. материалов, 13–24 апреля 2015 г. / Вят. гос. ун-т. – Киров, 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 1357-1361.
23. Построение информационной системы управления на участке стерилизации консервов [Электронный ресурс] / М.В. Ряшин [и др.] // ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ. (НПК – 2016): всерос. ежегод. науч.- практ. конф.: сб. статей, 18–29 апреля 2016 г. / Вят. гос. ун-т. – Киров, 2016.– 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – с. 2430- 2435.

24. Модель технологического процесса стерилизации консервов в промышленном автоклаве [Электронный ресурс] / С.А. Мокрушин // ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ. (НПК – 2017): всерос. ежегод. науч.-практ. конф.: сб. статей, 1–29 апреля 2017 г. – Киров: Науч. изд-во ВятГУ, 2017.– 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – с. 1590-1596.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

25. Свид. 2017612219 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Управление процессом стерилизации консервов в автоклаве/ С.А. Мокрушин; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет» (RU). - №2016664775; заявл. 30.12.2016; опубл. 17.02.2017, Реестр программ для ЭВМ. – 33 с.

Соответствие диссертации научной специальности.

Диссертация Мокрушина С.А. соответствует требованиям п.п. 9-11 Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней кандидата технических наук, т.к. решает задачи в актуальных направлениях развития пищевой промышленности, имеющих важное народно хозяйственное значение. В диссертационной работе решены важные задачи по разработке математической модели процесса стерилизации консервов в промышленном автоклаве, алгоритма и структуры системы автоматического управления, а также выбора комплекса технических средств для реализации системы управления в виде программно-аппаратного комплекса с организацией человеко-машинного интерфейса.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности)», а именно пунктам:

6. Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления.

8. Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизация модульных структур систем сбора и обработки данных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

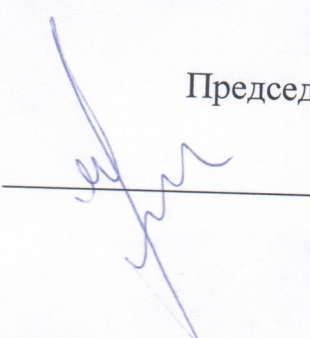
18. Средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ.

Диссертация «Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом стерилизации консервов в промышленном автоклаве» Мокрушина Сергея Александровича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая промышленность).

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Автоматизированных систем управления биотехнологическими процессами» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Присутствовало на заседании 21 чел. Результаты голосований: «за» - 21, «против» - 0, «воздержалось» - 0, протокол № 9 от «3» 04 2019 г.

Председатель расширенного заседания кафедры АСУБП


Жиров М.В., д.т.н., проф. кафедры АСУБП

125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11

Тел.: +7(499)750-01-11, доб. 43-02

Эл. почта: mmb@mgupp.ru