

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



В.А. Балюбаш, В.А. Добряков,
В.В. Назарова

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Учебно-методическое пособие



УДК 681.5

Балюбаш В.А., Добряков В.А., Назарова В.В. Автоматизированные системы управления технологическими процессами: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. – 28 с.

Приведены основные разделы дисциплины и методические указания по выполнению контрольной работы студентами специальностей 240902, 260301, 260302, 260303, 260202, 260204 заочной формы обучения.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. В.В. Орлов

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом Института холода и биотехнологий

2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных техно-логий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет

информационных технологий, механики и оптики, 2012

© Балюбаш В.А., Добряков В.А., Назарова В.В., 2012

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ

I. Введение

1. Основные представления о методах и средствах управления. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП).

2. Функциональные блок-схемы автоматического контроля, регулирования и управления.

II. Первичные преобразователи (ПП)

3. ПП температуры (термометры сопротивления, термопары, манометрические, биметаллические).

4. ПП давления (деформационные, тензорезисторные).

5. ПП расхода (переменного и постоянного перепада, объемные, индукционные, ультразвуковые).

6. ПП уровня (поплавковые, емкостные, кондуктометрические).

7. ПП вязкости (вибрационные, ротационные).

8. ПП кислотности (рН-метры).

9. ПП влажности пищевых продуктов и воздуха.

III. Управляющие устройства (согласующие преобразователи)

10. Структурные схемы типовых вторичных преобразователей.

11. Уравновешенные и неуравновешенные мосты.

12. Структурная схема микроконтроллера.

13. Подключение термометров сопротивления по двух- и трехпроводным схемам.

IV. Исполнительные механизмы (ИМ)

14. ИМ с электромагнитным приводом.

15. ИМ с электродвигательным приводом.

16. ИМ с пневматическим приводом.

V. Объекты управления, законы регулирования

17. Порядок проектирования системы автоматического регулирования.

18. Возмущающие воздействия (виды, знак, характер).

19. Свойства объектов регулирования.

20. Принципы регулирования.

21. Понятие о статических и динамических характеристиках объектов.

22. Динамические свойства объектов регулирования (аналитическое представление).

23. Классификация объектов регулирования в зависимости от коэффициентов самовыравнивания.

24. Понятие о временных характеристиках объектов регулирования.

25. Методика экспериментального определения динамических характеристик объектов (по кривой разгона).

26. Показатели качества регулирования.

27. Типы регуляторов (по закону регулирования).

28. Данные, необходимые для выбора регулятора АСУТП.

29. Характеристика типовых переходных процессов.

30. Параметры настройки регулятора.

VI. Автоматизированные системы управления технологическими процессами

31. Функциональная структура АСУТП.

32. Реализация АСУТП в информационном режиме «Советчика».

33. Реализация АСУТП в режиме супервизорного управления.

34. Реализация АСУТП в режиме прямого цифрового управления.

35. Информационное, алгоритмическое и программное обеспечение АСУТП.

36. Технические решения АСУТП для типовых процессов. Автоматизированное рабочее место оператора-технолога.

37. Принципы и порядок разработки функциональных схем автоматизации.

VII. Информационные технологии в сфере производства пищевых продуктов

38. Формирование информации и ее обработка.

39. Моделирование технологических систем, операций, процессов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Для контроля проработанного теоретического материала в соответствии с приведенными разделами дисциплины студентом должна быть выполнена одна контрольная работа.

Она должна быть выполнена в отдельной тетради, страницы которой должны быть пронумерованы. На обложке указываются курс, фамилия, номер зачетной книжки (шифр), вариант задания. Ниже приведены пять вариантов контрольной работы.

Вариант № 1 выполняют студенты с номером зачетной книжки, оканчивающимся на 1 и 2. Вариант № 2 – с номером зачетной книжки, оканчивающимся на 3 и 4. Вариант № 3 – с номером зачетной книжки, оканчивающимся на 5 и 6. Вариант № 4 – с номером зачетной книжки, оканчивающимся на 7 и 8. Вариант № 5 – с номером зачетной книжки, оканчивающимся на 9 и 0.

Ответы на вопросы должны быть краткими и однозначными. Номер вопроса и его содержание должны быть приведены.

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Вариант № 1

Структурные схемы систем управления

1. Приведите определение объекта регулирования (ОР), автоматического регулятора (АР) и системы автоматического регулирования (САР).

2. Приведите структурную схему локальной системы автоматического регулирования и укажите функциональное назначение ее блоков.

3. Функции автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП). Технические средства автоматизации.

4. Укажите входные и выходные параметры полупроводникового термометра сопротивления и приведите в прямоугольной системе координат характер этой зависимости.

5. Поясните принцип работы тензорезисторного первичного преобразователя давления.

6. Укажите входные и выходные параметры емкостного первичного преобразователя влажности и приведите в прямоугольной системе координат характер этой зависимости.

7. Поясните принцип работы электромагнитного (индукционного) расходомера.

8. Приведите структурную схему микропроцессорного программируемого контроллера с указанием назначения его блоков.

9. Поясните назначение исполнительных механизмов в структурах управления.

10. Приведите блок-схему системы автоматического регулирования (управления) по отклонению (принцип Ползунова).

Свойства объектов управления

1. Приведите вид внутреннего возмущающего воздействия, характерного для теплообменного аппарата.

2. Приведите наиболее определяющий выходной параметр (регулируемый параметр) для аппарата тепловой обработки продукта.

3. Сформулируйте свойство объекта регулирования – самовыравнивание.

4. Приведите в прямоугольной системе координат характер (вид) зависимости динамической (переходной) характеристики $X_{\text{ВЫХ}} = f(\tau)$ для объекта с самовыравниванием (статического объекта).

5. Укажите на кривой разгона объекта рис. 1 а, б динамический параметр – постоянную времени объекта $T_{\text{об}}$.

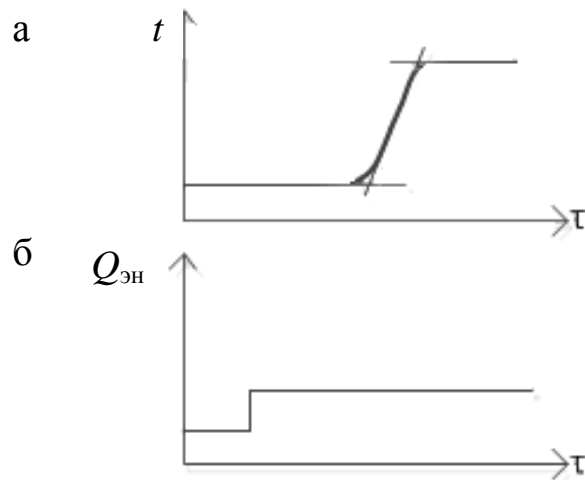


Рис. 1

Законы регулирования

1. Приведите определение (поясните сущность) регуляторов прямого и косвенного действия.

2. Укажите, какой из приведенных на рис. 2 переходных процессов регулирования (1, 2 или 3) характерен для системы с пропорциональным (статическим) регулятором.

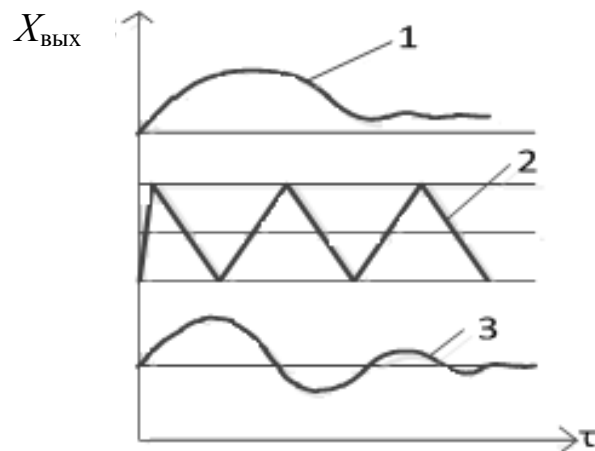


Рис. 2

3. Укажите, какой принцип регулирования температуры продукта на выходе из теплообменника применен в структуре управления на рис. 3.

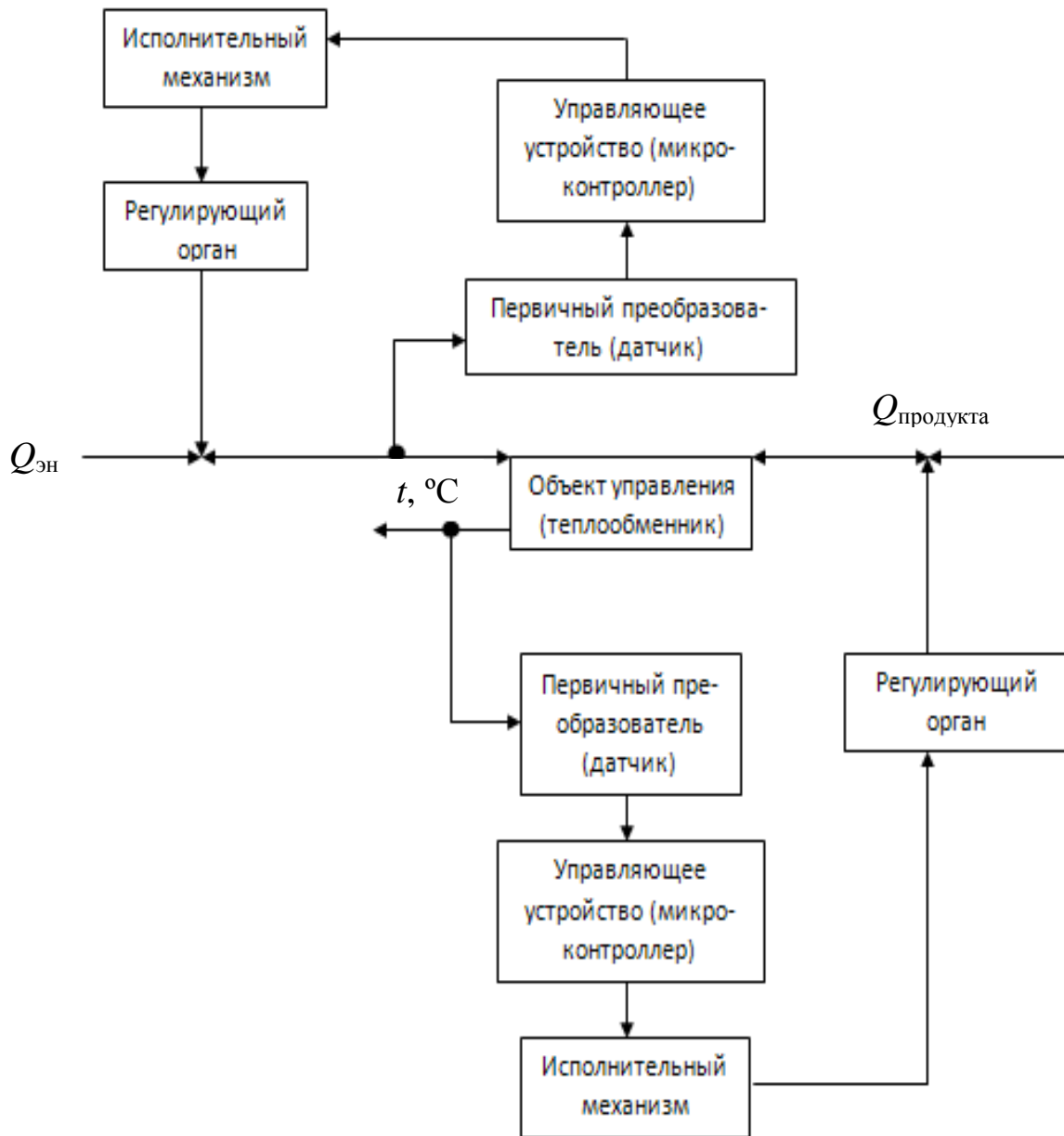


Рис. 3

Вариант № 2

Структурные схемы систем управления

1. Приведите определение (понятие) объекта регулирования (ОР), автоматического регулятора (АР) и системы автоматического регулирования (САР).

2. Задачи автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП). Критерии управления АСУТП.

3. Приведите структуру АСУТП на базе локальных систем (без программно-технического комплекса) с указанием назначения ее блоков.

4. Укажите входные и выходные параметры термоэлектрического первичного преобразователя температуры (термопары).

5. Опишите принципы потенциометрического метода измерения рН.

6. Укажите, наличие какого электрического параметра жидкости позволяет измерять ее расход электромагнитным (индукционным) расходомером.

7. Укажите входные и выходные параметры кондуктометрического первичного преобразователя влажности.

8. Приведите структурную схему микропроцессорного программируемого контроллера с указанием назначения его блоков.

9. Поясните принцип работы исполнительных механизмов с электродвигательным приводом.

10. Приведите блок-схему комбинированной системы (принципы) автоматического регулирования.

Свойства объектов управления

1. Укажите вид внутреннего возмущающего воздействия, характерного для технологического аппарата (оборудования) для измельчения овощей.

2. Укажите определяющий выходной параметр (регулируемый параметр) технологического процесса сушки.

3. Сформулируйте свойство объекта регулирования – самовыравнивание.

4. Укажите, какая из приведенных на рис. 1 динамических (переходных) характеристик объектов (1, 2 или 3) характерна для объекта с самовыравниванием (статического объекта).

5. Укажите на кривой разгона объекта (рис. 2 а, б) динамический параметр объекта – время запаздывания $\tau_{\text{зап}}$.

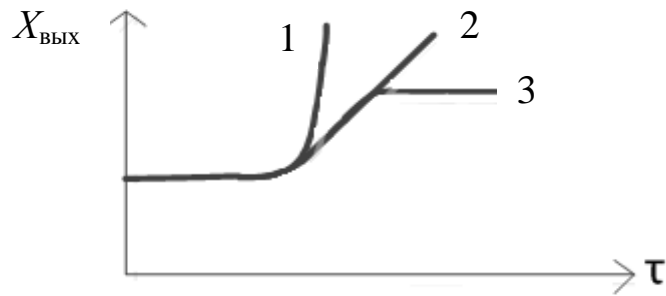


Рис. 1

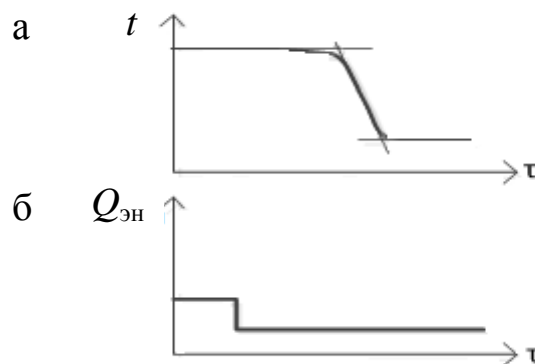


Рис. 2

Законы регулирования

1. Сформулируйте определение функционального (непрерывного) закона регулирования и приведите формулу (зависимость) для интегрального (астатического) регулятора.

2. Сформулируйте понятие (определение) двухпозиционного закона регулирования и укажите основные показатели качества его переходного процесса регулирования.

3. Укажите, какой принцип регулирования температуры продукта на выходе из теплообменника применен в структуре управления на рис. 3.

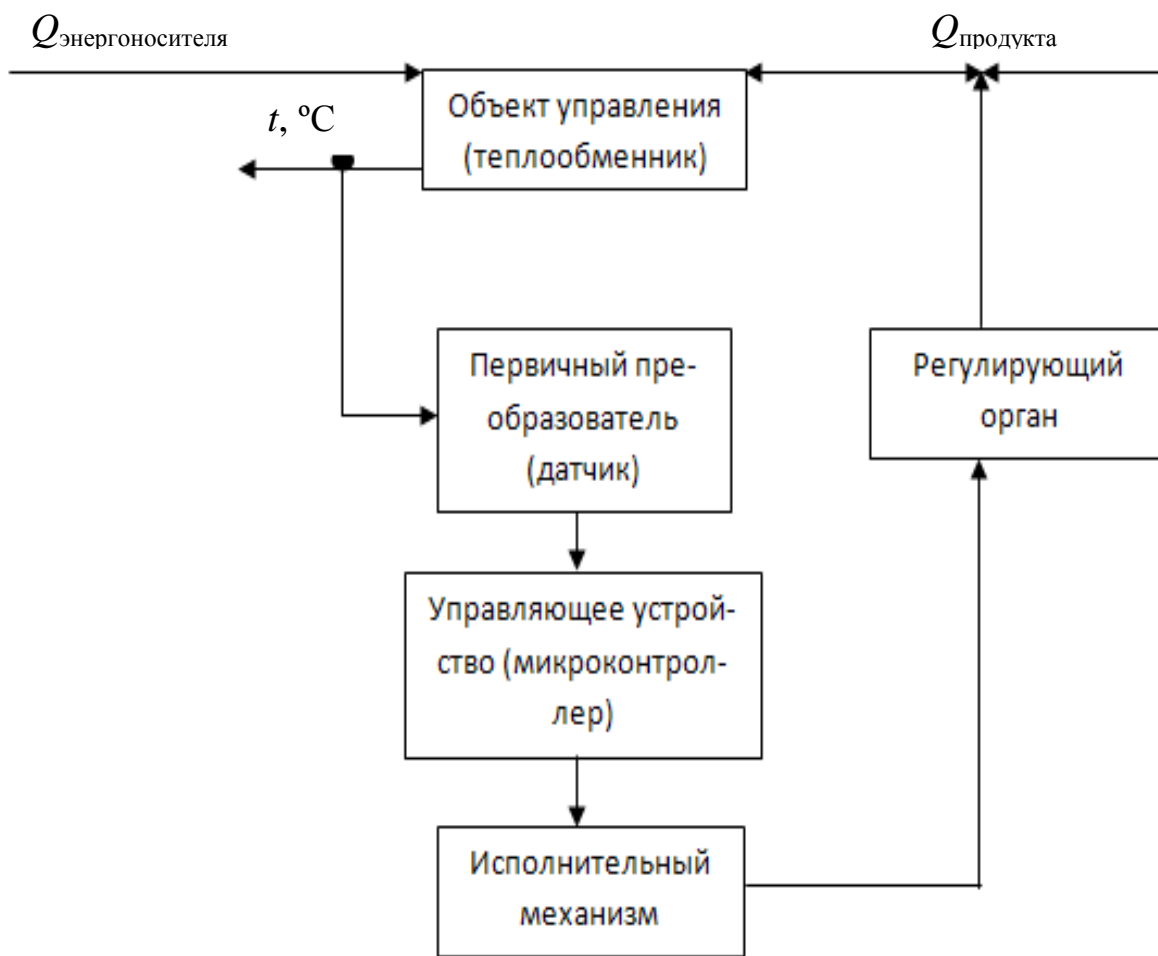


Рис. 3

Вариант № 3

1. Приведите определение (понятие) объекта регулирования (ОР) автоматического регулятора (АР) и системы автоматического регулирования (САР).

2. Функции автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

3. Приведите структуру АСУ ТП, выполняющей информационные функции с указанием назначения ее блоков.

4. Укажите входные и выходные параметры термометра сопротивления медного (ТСМ) и приведите в прямоугольной системе координат характер этой зависимости.

5. Опишите (поясните) принцип работы конденсационного гигрометра (гигрометра точки росы).

6. Укажите, при наличии какого электрического параметра жидкости можно использовать кондуктометрические уровнемеры для сигнализации ее уровня.

7. Укажите входные и выходные параметры тензорезисторного первичного преобразователя давления.

8. Приведите структурную схему микропроцессорного программируемого контроллера с указанием назначения его блоков.

9. Поясните принцип работы исполнительных механизмов с пневматическим приводом.

10. Опишите сущность принципа регулирования по отклонению (принцип Ползунова).

Свойства объектов управления

1. Приведите вид внутреннего возмущающего воздействия, характерный для технологического аппарата для измельчения мяса.

2. Приведите наиболее характерный выходной параметр (регулируемый параметр) в технологическом процессе измельчения мяса.

3. Сформулируйте сущность свойства объекта регулирования – самовыравнивание.

4. Укажите, какая из приведенных на рис. 1 динамических (переходных) характеристик объектов (1, 2 или 3) характерна для неустойчивого объекта.

5. Укажите на кривой разгона объекта (рис.2 а, б) динамический параметр объекта – время запаздывания объекта $\tau_{\text{зап}}$.

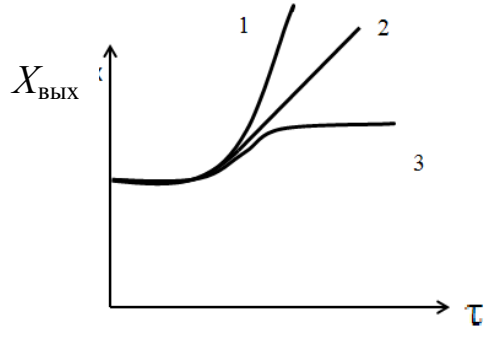


Рис. 1

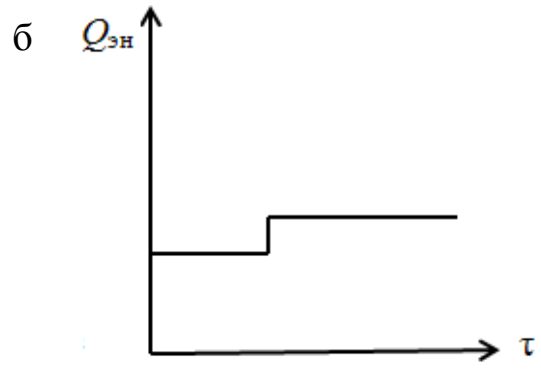
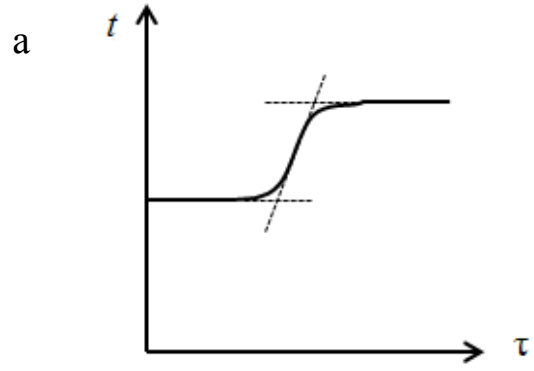


Рис. 2

Законы регулирования

1. Сформулируйте определение функционального (непрерывного) закона регулирования и приведите формулу (зависимость) для интегрального (астатического) регулятора.

2. Сформулируйте понятие (определение) двухпозиционного закона регулирования и приведите в прямоугольной системе координат вид (характер) его переходного процесса регулирования.

3. Укажите, какой принцип регулирования температуры продукта на выходе из теплообменника применен в структуре управления на рис. 3.

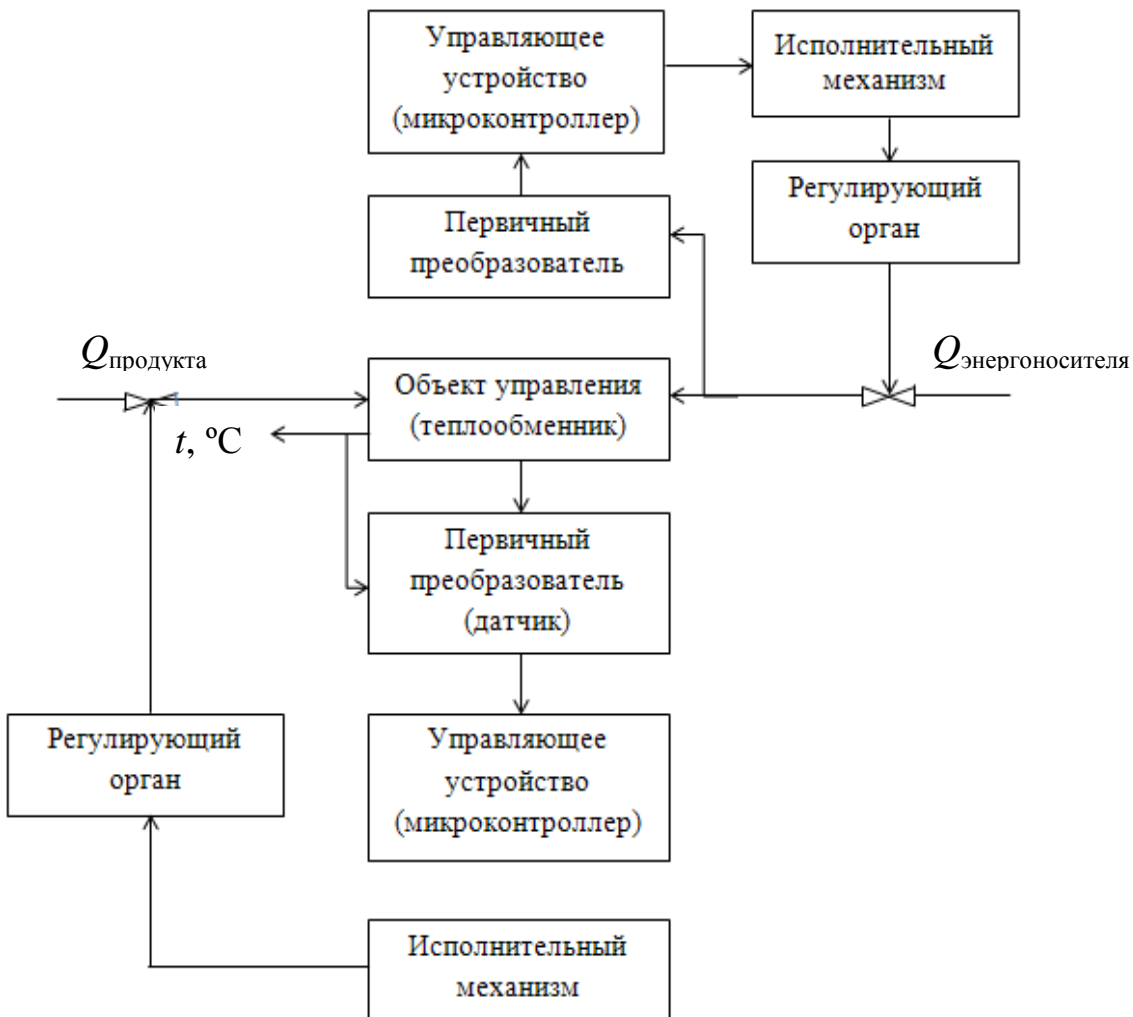


Рис. 3

Вариант № 4

1. Приведите определение объекта регулирования (ОР), автоматического регулятора (АР) и системы автоматического регулирования (САР).

2. Критерии управления автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

3. Приведите структуру АСУ ТП, функционирующей в автоматическом режиме (супервизорном режиме управления) с указанием назначения ее блоков.

4. Укажите входные и выходные параметры термометра сопротивления платинового (ТСП) и приведите в прямоугольной системе координат характер этой зависимости.

5. Опишите (поясните) принцип работы психрометрического гигрометра.

6. Приведите рабочие вещества, которые применяются в термобаллонах манометрических первичных преобразователей температуры.

7. Опишите (поясните) принцип работы ротационного вискозиметра.

8. Приведите структурную схему микропроцессорного программируемого контроллера с указанием назначения его блоков.

9. Поясните принцип работы исполнительных механизмов с электродвигательным приводом.

10. Опишите сущность принципа регулирования по возмущению (принцип Понселе).

Свойства объектов управления

1. Укажите вид внутреннего возмущающего воздействия, характерного при холодильной обработке смеси мороженого во фризере.

2. Укажите определяющий выходной параметр (регулируемый параметр) при холодильной обработке смеси мороженого во фризере.

3. Сформулируйте свойство объекта регулирования — самовыравнивание.

4. Приведите в прямоугольной системе координат характер (вид) зависимости динамической (переходной) характеристики $X_{\text{вых}} = f(\tau)$ для объекта без самовыравнивания (астатического объекта).

5. Укажите на кривой разгона объекта (рис. 1 а, б) динамический параметр объекта – постоянную времени объекта $T_{об}$.

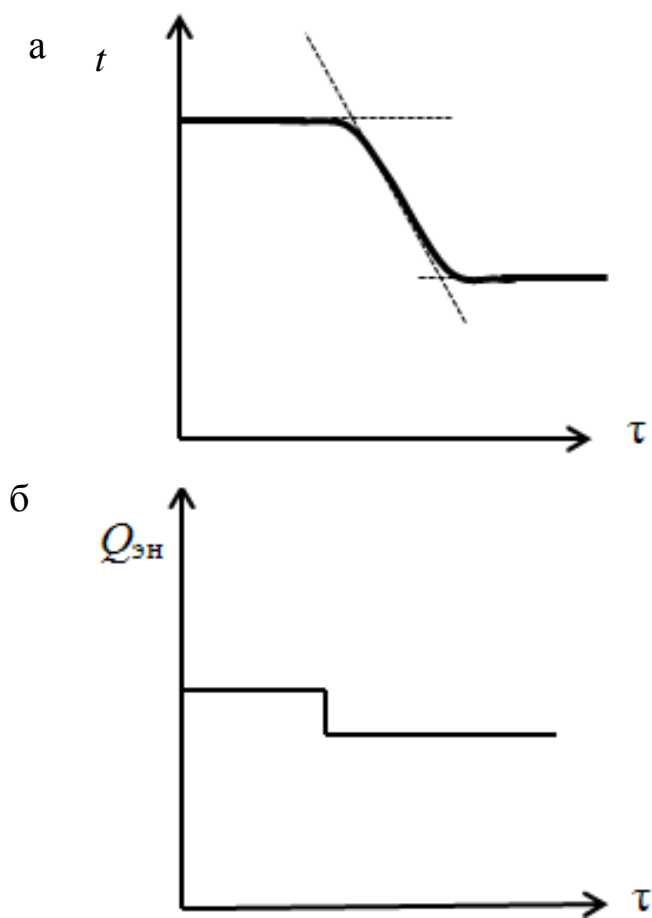


Рис. 1

Законы регулирования

1. Сформулируйте определение функционального (непрерывного) закона регулирования и приведите формулу (зависимость) для пропорционально-интегрального (изодромного) регулятора.

2. Укажите, какой из приведенных на рис. 2 переходных процессов регулирования (1, 2 или 3) характерен для системы с интегральным (астатическим) регулятором.

3. Укажите, какой принцип регулирования температуры продукта на выходе из теплообменника применен в структуре управления на рис. 3.

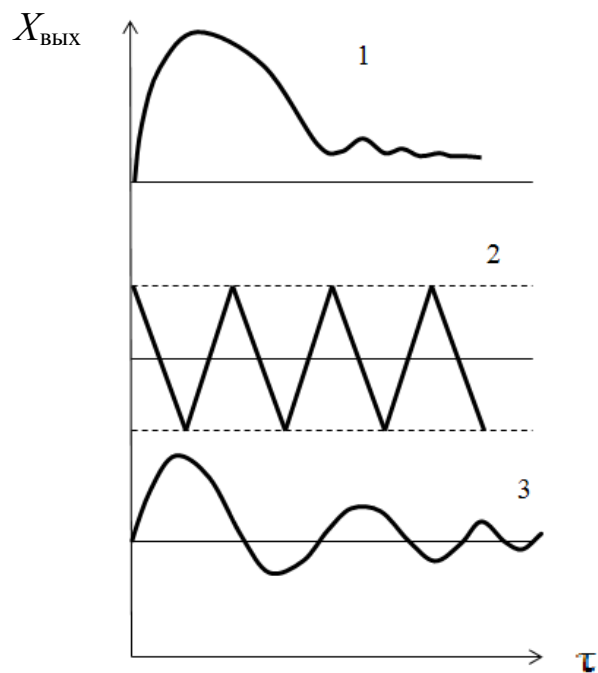


Рис. 2

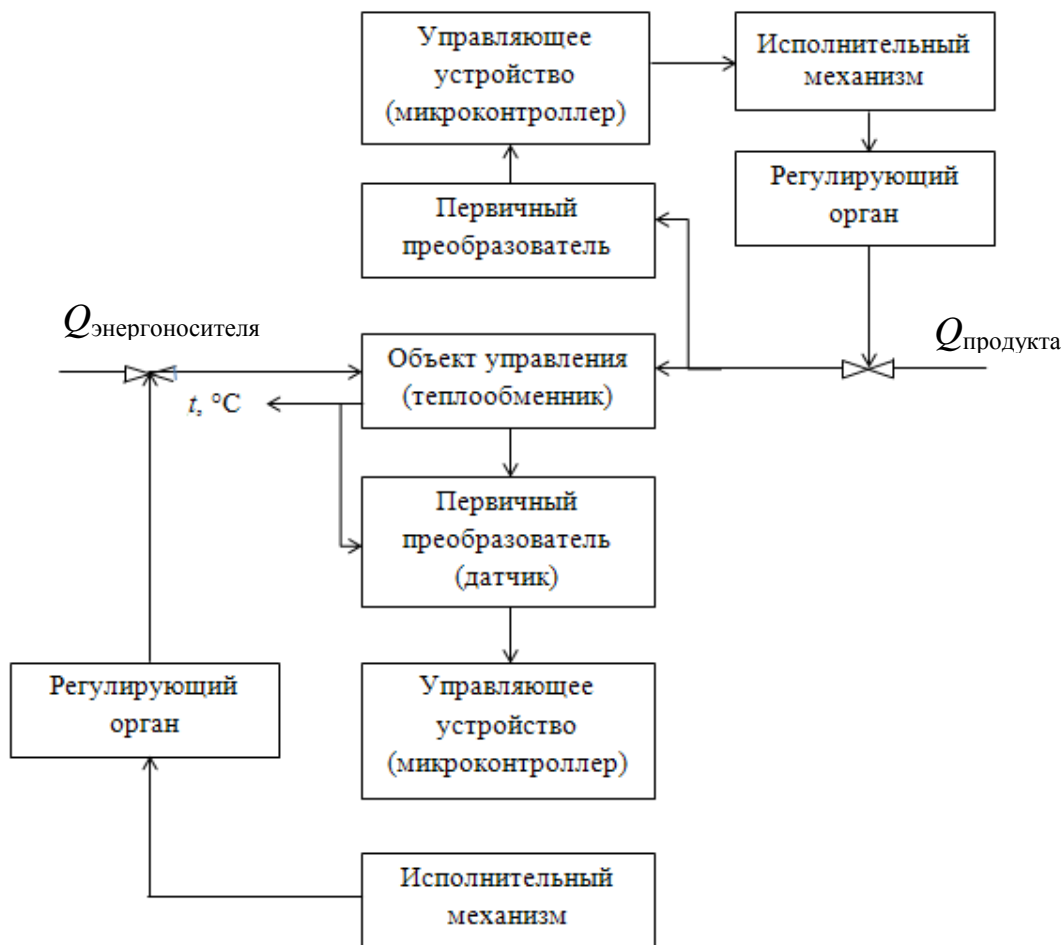


Рис. 3

Вариант № 5

1. Приведите определение системы автоматического регулирования (САР), объекта регулирования (ОР) и автоматического регулятора (АР).

2. Задачи автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

3. Приведите структуру АСУ ТП, реализующую автоматический режим прямого непосредственного цифрового управления с указанием назначения ее блоков.

4. Укажите входные и выходные параметры манометрических первичных преобразователей (ПП) температуры и приведите, какие рабочие вещества применяются для заполнения термобаллонов ПП температуры.

5. Опишите принцип работы сорбционных первичных преобразователей влажности воздуха.

6. Укажите входные и выходные параметры емкостного первичного преобразователя влажности и приведите в прямоугольной системе координат характер этой зависимости.

7. Опишите принцип работы ультразвукового расходомера.

8. Приведите структурную схему микропроцессорного программируемого контроллера с указанием назначения его блоков.

9. Принцип работы исполнительных механизмов с электромагнитным приводом.

10. Приведите блок-схему системы автоматического регулирования по возмущению (принцип Понселе).

Свойства объектов управления

1. Приведите вид внутреннего возмущающего воздействия, характерного для морозильной камеры (холодильного шкафа).

2. Приведите наиболее характерный выходной параметр (регулируемый параметр) в технологическом процессе тепловой обработки продукта.

3. Сформулируйте свойство объекта регулирования – самовыравнивание.

4. Укажите, какая из приведенных на рис. 1 динамических (переходных) характеристик объектов (1, 2 или 3) характерна для объекта без самовыравнивания (астатиического объекта).

5. Укажите на кривой разгона объекта (рис. 2 а, б) динамический параметр объекта – время запаздывания $\tau_{\text{зап}}$.

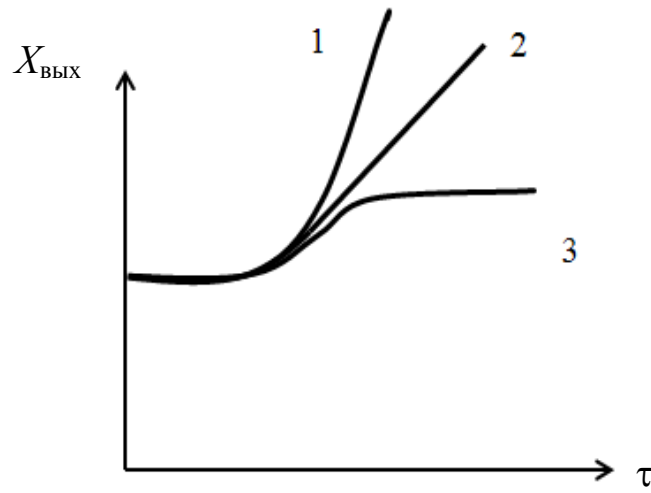


Рис. 1

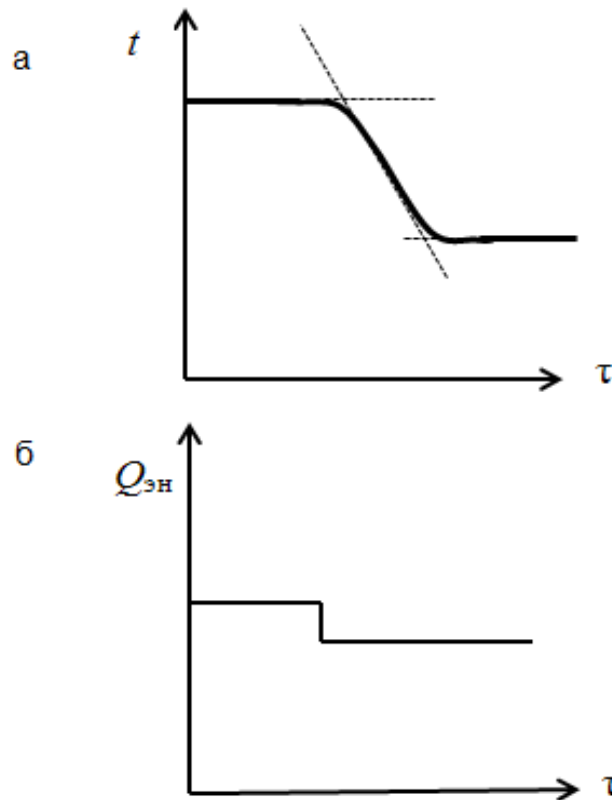


Рис. 2

Законы регулирования

1. Сформулируйте определение функционального (непрерывного) закона регулирования и приведите формулу (зависимость) для пропорционального (статического) регулятора.

2. Укажите, какой из приведенных на рис. 3 переходных процессов регулирования (1, 2 или 3) характерен для системы с двухпозиционным регулятором.

3. Укажите, какой принцип регулирования температуры продукта на выходе из теплообменника применен в структуре управления на рис. 4.

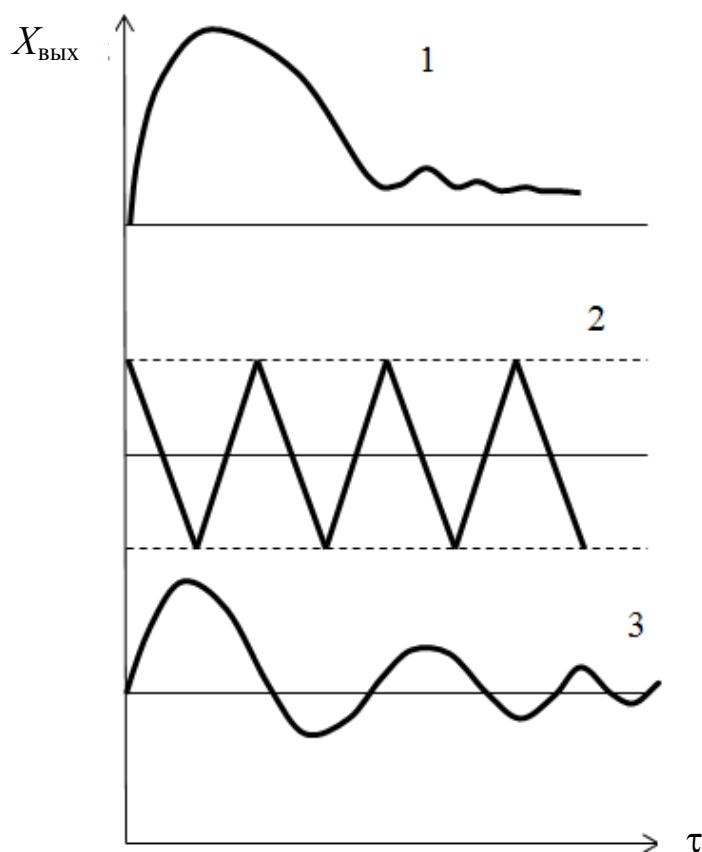


Рис. 3

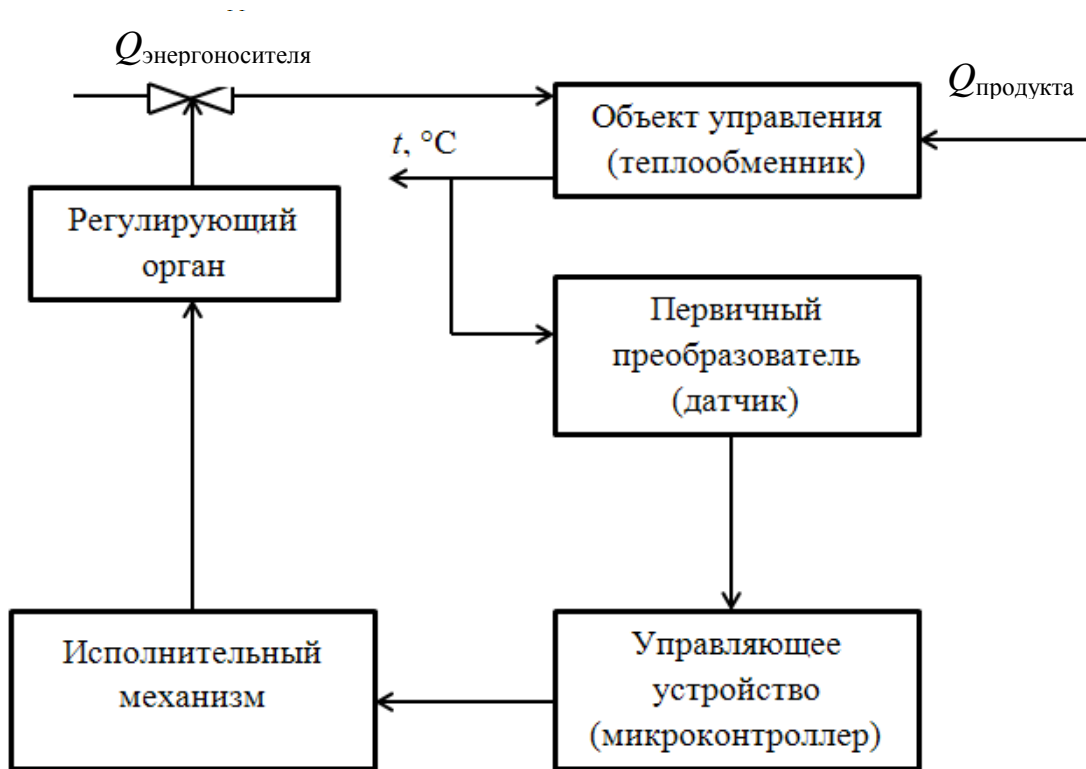


Рис. 4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. **Благовещенская М.М., Злобин Л.А.** Информационные технологии систем управления технологическими процессами. – М.: Высш. шк., 2005. – 768 с.

2. **Митин В.В., Усков В.И., Смирнов Н.Н.** Автоматика и автоматизация процессов мясной и молочной промышленности. – М.: Агропром, 1987. – 235 с.

3. **Лапшин А.А.** Основы комплексной автоматизации технологических процессов мясной и молочной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 296 с.

Дополнительный

4. **Брусиловский Л.П.** АСУТП цельномолочных и молочно-консервных производств: Справ. – М.: Колос, 1993.

5. **Сердобинцев С.П.** Автоматика и автоматизация производственных процессов в рыбной промышленности. – М.: Колос, 1994.

СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ.....	7
ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	8
Вариант № 1	8
Вариант № 2	11
Вариант № 3	14
Вариант № 4	17
Вариант № 5	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	24



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011 г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931 года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним из ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;

- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло-и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

www.ihbt.edu.ru

www.gunipt.edu.ru

Балюбаш Виктор Александрович
Добряков Владимир Александрович
Назарова Виктория Владимировна

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Учебно-методическое пособие

Редактор

Л.Г. Лебедева

Корректор

Н.И. Михайлова

Компьютерная верстка

Н.В. Гуральник

Подписано в печать 10.05.2012. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 1,63. Печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,56

Тираж 500 экз. Заказ № С 31

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9