

Учреждение образования  
«Могилевский государственный университет продовольствия»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МГУП



В.А. Шаршунов

06.06.2017 г.

Регистрационный № УД-1.1.58-15/уч.

**ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ  
ПРОЦЕССАМИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной  
дисциплине для специальности:**

**1-40 05 01 Информационные системы и технологии  
(по направлениям)**

**направление специальности**

**1 – 40 05 01 – 11 Информационные системы и технологии (в пищевой  
промышленности)**

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта высшего образования по специальности 1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям) и учебного плана по специальности 1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям)

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Евгения Львовна Волынская, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия», к.т.н., доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Владимир Михайлович Шеманков, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ГУВПО «Белорусско-Российский университет», к.т.н., доцент

Николай Иванович Ульянов, декан механического факультета учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия»

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой автоматизация технологических процессов и производств  
протокол № 11 от 31.05.2017 г.

Научно-методическим советом учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия»  
протокол № 6 от 06.06.2017

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая программа рекомендуется для студентов специальности 1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям) по дисциплине «Теория автоматического управления технологическими процессами пищевой промышленности».

Дисциплина входит в цикл общепрофессиональных и специальных дисциплин и является важной частью инженерной подготовки специалистов в области информационных систем и технологий. Это обусловлено тем, что теоретическая подготовка инженеров программистов является неотъемлемой частью их дальнейшей профессиональной деятельности, что дает им возможность применять теорию при решении практических задач по расчету и синтезу систем автоматического управления, базирующихся на применении электронной техники.

Цели учебной дисциплины – теоретическая и практическая подготовка студентов в области анализа и синтеза автоматических систем регулирования и управления, формирование четких представлений о фундаментальных положениях проектирования систем автоматического управления, развитие умения самостоятельно углублять и развивать полученные навыки.

Задачи учебной дисциплины - сформировать у студента общие принципы расчета линейных и нелинейных систем автоматического управления; ознакомить студентов с методами анализа и синтеза систем автоматического управления; привить навыки использования ЭВМ для управления технологическими объектами; научить будущего инженера-программиста пользоваться методом комплексных величин и операторного преобразования при расчете и анализе систем автоматического управления.

Освоение учебной дисциплины «Теория автоматического управления технологическими процессами пищевой промышленности» обеспечивает формирование следующих групп компетенций:

### **академические:**

АК-1 уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-2 владеть системным и сравнительным анализом;

АК-3 владеть исследовательскими навыками;

АК-4 уметь работать самостоятельно;

АК-5 быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);

АК-6 владеть междисциплинарным подходом для решения проблем;

АК-7 иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

АК-8 обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9 уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

АК-10 использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

АК-11 владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники;

АК-14 на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности.

### **социально-личностные:**

СЛК-6 уметь работать в команде.

**профессиональные:**

ПК-1 владеть современными методами, языками, технологиями и инструментальными средствами проектирования и разработки программных продуктов;

ПК-2 владеть принципами и основными навыками, приемами методами настройки, адаптации и сопровождения программных средств;

ПК-3 проводить анализ и обосновывать выбор технических, программных средств и систем для автоматизированной поддержки процессов профессиональной деятельности;

ПК-4 разрабатывать программные средства и системы обеспечения автоматизированной поддержки решений задач профессиональной деятельности;

ПК-9 выполнять моделирование и проектирование программных средств, разрабатываемых для обеспечения профессиональной деятельности;

ПК-11 разрабатывать функциональные, информационные и другие модели формализованного представления\ процессов профессиональной деятельности;

ПК-13 разрабатывать модели баз данных и знаний, хранилищ данных для использования в информационных системах, системах оперативного анализа и системах искусственного интеллекта;

ПК-21 анализировать и оценивать собранные данные;

ПК-24 пользоваться глобальными информационными ресурсами.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- методы анализа линейных систем пищевой промышленности;
- методы анализа нелинейных систем пищевой промышленности;
- методы синтеза линейных систем управления пищевой промышленности;
- методы синтеза оптимальных и адаптивных систем пищевой промышленности;

**уметь:**

- рассчитывать устойчивость автоматических систем управления;
- рассчитывать показатели качества автоматических систем управления;
- выполнять синтез законов управления технологическими процессами пищевой промышленности;
- формировать задачи оптимального управления в пищевой промышленности;

**владеть:**

- навыками синтеза законов управления технологическими процессами пищевой промышленности;
- навыками расчета оптимальных воздействий на объекты управления пищевой промышленности.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теория автоматического управления технологическими процессами пищевой промышленности», используются при изучении последующих дисциплин: «Оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности», «Эксплуатация и техническая диагностика информационных систем пищевой промышленности», «Проектирование информационных систем пищевой промышленности», а также при дипломном проектировании.

Обучение дисциплине «Теория автоматического управления технологическими процессами пищевой промышленности» осуществляется в следующих формах: лекции,

лабораторные занятия, консультации, зачет, экзамен. Методы обучения, применяемые при изучении материала дисциплины – вербальный, иллюстративно-демонстрационный, метод закрепления изучаемого материала, метод самостоятельной работы студентов. В процессе обучения используются технологии поддерживающего (традиционного) обучения и инновационные предметно-ориентированные технологии: модульного обучения, проблемного обучения, интегральная технология, личностно-ориентированные (развивающие) технологии, информационно-коммуникационные технологии. Контроль качества знаний проводится в устной, письменной, устно-письменной и технической формах.

Текущий контроль самостоятельной работы осуществляется в виде опросов, в ходе защиты лабораторных работ, проведении коллоквиумов, тестирования.

Завершающей формой контроля знаний являются зачёт и экзамен.

Учебная дисциплина «Теория автоматического управления технологическими процессами пищевой промышленности» изучается студентами дневной формы получения образования в 5-ом и 6-ом семестрах. На изучение учебной дисциплины отводится 240 часов. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6,5 зачетных единиц (6,5 з.е.).

Для студентов дневной формы получения образования выделяется 98 часов аудиторных занятий (56 часов лекций, 42 часа лабораторных занятий).

Распределение часов по видам занятий и семестрам приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение часов по видам занятий, курсам и семестрам

Объем нагрузки по учебному плану аудиторная/самостоятельная работа, часы  в том числе:		Дневная форма получения образования 98/142	
		Распределение нагрузки на факультете по семестрам	
		5 –й семестр	6-й семестр
Аудиторные занятия	Лекции	28/29	28/30
	Лабораторные	28/29	14/18
Внеаудиторные занятия	Подготовка к экзамену		-/36
Объем материала, выносимый на контрольные точки	Зачет	114 3 з.е.	
	Экзамен		126 3.5 з.е.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Тема 1. Введение в проблематику управления техническими объектами.

Предмет курса ТАУ и его задачи. Основные понятия и термины ТАУ: управление, регулирование, структурная и функциональная схемы, возмущающее и управляющее воздействия, входные и выходные величины. Принципы управления. Примеры САУ. Классификация САУ.

### Тема 2. Анализ линейных САУ

Типовые входные сигналы – единичный скачок, единичный импульс, гармонический сигнал. Соответствующие этим сигналам динамические характеристики, классификация объектов по их динамическим свойствам.

Использование преобразования Лапласа и Фурье для анализа линейных динамических систем. Передаточная функция и частотная характеристика объектов. Структурные схемы САУ, правила их преобразования.

Амплитудно-, фазо-, амплитудно-фазочастотные характеристики, их связь с дифференциальными уравнениями и передаточной функцией объекта. Частотные характеристики разомкнутой и замкнутой САУ, логарифмические частотные характеристики.

Типовые звенья САУ. Статические и динамические характеристики звеньев. Дифференциальные уравнения, передаточные, переходные и импульсные функции, частотные характеристики типовых звеньев: усилительного, апериодического, интегрирующего, идеального и реального дифференцирующего, колебательного. Понятие чистого запаздывания, звено чистого запаздывания. Примеры элементов САУ, близких по своим характеристикам к типовым звеньям. Последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединение звеньев.

Устойчивость линейной системы автоматического управления. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста. Определение устойчивости по логарифмическим характеристикам.

Случайные процессы в линейных системах автоматического регулирования. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Корреляционные функции и спектральные плотности случайного процесса. Спектральные плотности и корреляционные функции выходной величины линейной системы.

### Тема 3. Синтез линейных САУ

Основные критерии качества регулирования. Статическая ошибка регулирования, динамическое отклонение от заданного режима, время регулирования. Перерегулирование и степень затухания переходного процесса в САУ. Интегральные критерии качества регулирования. Оценка качества регулирования по виду частотных характеристик и по расположению корней характеристического уравнения (степень устойчивости, степень колебательности).

Типовые законы регулирования промышленных регуляторов: пропорционального (П), интегрального (И), пропорционально-интегрального (ПИ), пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД). Динамические характеристики регуляторов и их структурная реализация. Выбор типа и настройка регуляторов. Методика приближенного выбора типа и настройки регулятора в зависимости от характеристики объекта и требований к качеству регулирования. Расчет параметров настройки

регуляторов по амплитудно-фазочастотной характеристике разомкнутой системы, по запасу устойчивости, методом расширенных частотных характеристик.

Методы улучшения качества регулирования. Применение последовательных и параллельных корректирующих звеньев. Методы улучшения качества с помощью увеличения коэффициента усиления, введения производной по ошибке, повышения порядка астатизма. Синтез линейных САУ на основе логарифмических частотных характеристик.

#### **Тема 4. Анализ особых линейных САУ. Дискретные системы управления**

Линейные импульсные системы, их основные характеристики. Дискретное преобразование Лапласа, его свойства и связь с непрерывным преобразованием. Введение в метод z-преобразования. Теоремы z-преобразования. Дискретная передаточная функция. Уравнение динамики разомкнутой импульсной системы, передаточные функции разомкнутой и замкнутой импульсной САУ. Устойчивость импульсных САУ. Качество дискретных систем пищевой промышленности. Методы синтеза дискретных регуляторов для пищевой промышленности.

#### **Тема 5. Теория систем оптимального управления**

Постановка задачи оптимального управления. Целевая функция управления (критерий оптимальности) и ограничения. Примеры задач оптимального управления. Способы управления, близкого к оптимальному.

Методы оптимального управления, фильтрация в пищевой промышленности. Адаптивные системы управления технологическими процессами пищевой промышленности.

### **3 ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **3.1 Перечень основной и дополнительной литературы**

##### **Основная литература**

1 Малафеев С.И. Теория автоматического управления / С.И. Малафеев, А.А. Малафеева. – М.: АКАДЕМИЯ, 2014. – 378 с.

2 Автоматизация настройки систем управления/ В.Я. Ротач и [др]; под ред. В.Я. Ротача. – М.: Альянс, 2015. – 271 с.:ил.

3 Гальперин М.В. Автоматическое управление: учебник. – М.: ИД «ФОРУМ ИНФА-М, 2017. – 224 с.: ил.

##### **Дополнительная литература**

4 Ившин В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: уч. пособие/ В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. – М.: ИНФА-М, 2013. – 400с.

5 Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования./ В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – 4-е изд. СПб: Профессия, 2007. – 749 с.

6 Ротач В.Я Теория автоматического управления: уч. для студ. Вузов/ В.Я. Ротач. – М.: изд. Дом МЭИ, 2007. – 400с.

7 Анхимюк, В.Л. Теория автоматического управления: Учебн. пособие для вузов / В.Л. Анхимюк, О.Ф. Опейко, Н.Н. Михеев. – Минск: Дизайн ПРО, 2000 – 352 с.

8 Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: уч. для вузов/ А.А. Ерофеев – 3-е изд., стереотип. – Спб.: Политехника, 2008. – 302 с.

9 Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления: уч. пособие для вузов/ Л.Д. Певзнер – М.: Высшая школа, 2006. – 590 с.

10 Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы/ Д.П. Ким. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 288с.

11 Попов, Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: уч. пособие для вузов.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Наука, 1989. - 301с.

12 Попов, Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления: уч. пособие для вузов - 2-е изд. перераб. и доп. М.: Наука. 1988. - 255 с.

13 Теория автоматического управления /Под ред. А.В. Нетушила. - М.:Высш.шк., 1976.- 400 с.

14 Теория автоматического управления.Ч.1: Теория линейных систем автоматического управления /Под ред. А.А. Воронова. - М.:Высш.шк.,1986.- 362с.

15 Теория автоматического управления.Ч.2: Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления /Под ред. А.А. Воронова. -М.:Высш.шк.,1986. - 496 с.

16 Куропаткин В.П. Оптимальные и адаптивные системы/ В.П. Куропаткин. - М.:Высш.шк.,1980. - 287 с.

17 Топчеев Ю.И.,. Задачник по теории автоматического регулирования/ Ю.И.Топчеев, А.П. Цыпляков. -М.:Машиностроение,1977. - 592 с.

### **3.2 Перечень тем лабораторных занятий**

1 Переходные и частотные характеристики типовых динамических звеньев.

2 Исследование синтезированной САУ методом последовательной оптимизации контуров.

3 Влияние параметров типовых регуляторов на качественные характеристики систем регулирования.

4 Исследование инвариантной системы.

5 Синтез САУ методом ЛАЧХ.

6 Исследование влияния периода квантования на характеристики импульсной системы.

7 Исследование временных и частотных характеристик дискретной системы.

8 Исследование наблюдателя для измерения вектора состояния САУ.

9 Исследование систем, построенных на основе принципа максимума.

### **3.3 Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины**

В преподавании учебной дисциплины «Теория автоматического управления технологическими процессами пищевой промышленности» используются технологии поддерживающего обучения (традиционного обучения) и инновационные предметно-ориентированные технологии: модульного обучения, развивающего обучения, проблемного обучения, проблемно-модульного обучения, развития критического мышления обучающихся, личносно - ориентированные (развивающие) технологии, информационно-коммуникационные технологии.

### **3.4 Рекомендации по контролю качества усвоения знаний**

Для проверки качества знаний и диагностики компетенций обучающихся используются следующие формы:

1. Устная форма.
2. Письменная форма.
3. Устно-письменная форма.
4. Техническая форма.

К устной форме проверки качества знаний относятся:

1. Устные опросы по лабораторным работам.
2. Коллоквиумы.
3. Устные зачеты

К письменной форме проверки качества знаний относятся:

1. Тесты.
2. Контрольные опросы.
3. Контрольные работы.
4. Письменные отчеты по лабораторным работам.

К устно-письменной форме проверки качества знаний относятся:

1. Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
2. Другие.

К технической форме проверки качества знаний относятся:

1. Электронные тесты.
2. Компьютерные лабораторные работы.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2 – Учебно-методическая карта учебной дисциплины «Теория автоматического управления технологическими процессами в пищевой промышленности» (дневная форма получения высшего образования)

Номер Раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Самостоятельная работа студентов, к лекциям / лабораторным занятиям	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в проблематику управления техническими объектами	2	-	3/-	1,4	Опрос
2	Анализ линейных САУ	10	14	12/12	1,2,4,5,17	Защита лабораторных работ, опрос
3	Синтез линейных САУ	16	14	14/17	1,4,3,5,17	Защита лабораторных работ, опрос
	<b>Итого за семестр</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>29/29</b>		<b>Зачет (114 часов, 3 з.е.)</b>
4	Анализ особых линейных САУ. Дискретные системы управления	14	8	20/10	4,5,9,17	Защита лабораторных работ, опрос
5	Теория систем оптимального управления	14	6	10/8	4,15,17	Защита лабораторных работ, опрос
6	Подготовка к экзамену			36		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>30/18/36</b>		<b>Экзамен(126 часов, 3.5 з.е.)</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>56</b>	<b>42</b>	<b>59/47/36</b>		

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласования	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Теория автоматического управления технологическими процессами пищевой промышленности»	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)*
1 Оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности	АТПП	Внести раздел методы оптимального управления	Внести раздел методы оптимального управления Протокол № 11 от 31.05.2017
2 Эксплуатация и техническая диагностика информационных систем пищевой промышленности	АТПП	Внести раздел промышленные регуляторы, методы их настройки	Внести раздел промышленные регуляторы, методы их настройки Протокол № 11 от 31.05.2017
3 Проектирование информационных систем пищевой промышленности	АТПП	Внести раздел синтез автоматических систем управления	Внести раздел синтез автоматических систем управления Протокол № 11 от 31.05.2017

\*Преподаватели кафедр, обеспечивающих междисциплинарные связи, входят в состав УМСС по направлению специальности 1-40 05 01 - 11 Информационные системы и технологии (в пищевой промышленности)

(протокол № 8 от 31.05.2017 г.)

Председатель УМСС, к.т.н., доцент



М.М. Кожевников