

Учреждение образования  
«Могилевский государственный университет продовольствия»

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор МГУП



В.А. Шаршунов

06.06.2017

Регистрационный № УД-1.1.47-15/уч.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
для студентов специальности:**

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

**направления специальности:**

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

Могилев 2017 г.

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), направление специальности 1 – 40 05 01-11 Информационные системы и технологии (в пищевой промышленности)

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Колюкович Евгений Александрович, старший преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов и производств учреждения образования «Могилёвский государственный университет продовольствия, старший преподаватель

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Бондарев Павел Михайлович, заместитель начальника химического цеха по ПДиОР ПОС ОАО «Могилевхимволокно»;

Ульянов Николай Иванович, декан механического факультета учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия», к.т.н., доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой автоматизации технологических процессов и производств  
(протокол от 31.05.2017 г. № 11)

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

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования пищевой промышленности» направлена на специальную подготовку инженеров-программистов 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).

Целью изучения учебной дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования пищевой промышленности» является получение будущими специалистами прочных знаний по математическому и компьютерному моделированию технологических систем и оборудования, подготовка будущих специалистов к самостоятельной работе в качестве инженера-программиста.

Задачи учебной дисциплины: познакомить студентов с численными методами расчетов; дать знание методов математического и компьютерного моделирования; привить навыки использования основных пакетов компьютерных программ типа Matlab, Delphi, C++, C#; дать обзор основных разделов современной высшей математики, используемых как математические основы моделирования; привести некоторые задачи компьютерного моделирования технологического оборудования пищевой промышленности.

Освоение учебной дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования 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 при решении 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 течении 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 организовать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;

**социально-личностные:**

– СЛК-6. Уметь работать в команде.

**профессиональные:**

– 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 процессов профессиональной деятельности;

– ПК-6. Осуществлять тестирование программной продукции и применяемых программных средств на соответствие техническим требованиям;

– ПК-9. Выполнять моделирование и проектирование программных средств, разрабатываемых для обеспечения профессиональной деятельности;

– ПК-21. Анализировать и оценивать собранные данные;

– ПК-24. Пользоваться современными средствами инфокоммуникаций;

– ПК-64. Выполнять компьютерное моделирование технологических процессов пищевой промышленности.

В результате изучения учебной дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования пищевой промышленности» студент должен

**знать:**

– основные научные, технические задачи и тенденции развития компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования пищевой промышленности;

– назначение, области применения, классификации и характеристики компьютерных моделей основных технологических процессов пищевой промышленности;

– методы исследования технологических процессов и оборудования при построении компьютерных моделей;

– методы компьютерного моделирования основных технологических процессов пищевой промышленности.

**уметь:**

– выбирать и применять методы компьютерного моделирования, в наибольшей степени отвечающие особенностям технологических процессов и оборудования;

– выполнять анализ адекватности компьютерных моделей реального условиям технологического процесса.

**владеть:**

– навыками работы с промышленными пакетами компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования пищевой промышленности;

– навыками создания программных реализаций компьютерных моделей технологических процессов и оборудования пищевой промышленности.

Учебная дисциплина «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования пищевой промышленности» является базовой для учебной дисциплины «Оптимизация технологических процессов пищевой промышленности», курсового и дипломного проектирования.

На изучение учебной дисциплины отводится 252 часа. Трудоемкость учебной нагрузки студента составляет 7 зачетных единиц (7 з.е.).

Для студентов дневной формы получения образования выделяется 98 часов аудиторных занятий (56 часов лекционных занятий, 42 часа лабораторных занятий) в 5,6 семестрах. Форма текущей аттестации – зачет в 5 семестре, экзамен в 6 семестре.

По учебной дисциплине предусмотрен курсовой проект. На курсовой проект отводится 40 часов, трудоемкость курсового проекта составляет 1 зачетную единицу (1 з.е.). Курсовой проект выполняется студентами дневной формы получения образования в 6 семестре.

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

Таблица 1 – Распределение часов

Объем нагрузки по учебному плану аудиторная / самостоятельная работа, часы  в том числе:		Дневная форма получения образования	
		98 / 154	
		Распределение нагрузки на факультетах по семестрам	
		ТФ	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия	Лекции	28/40	28/28
	Лабораторные занятия	28/30	14/20
Внеаудиторные занятия	Подготовка к экзамену		-/36
Объем материала, выносимый на контрольные точки, ч/з.е.	Зачет	126 (3,5 з.е.)	
	Курсовой проект		-/40 (1 з.е)
	Экзамен		126 (3,5 з.е.)

## **2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Тема 1. Общие сведения о моделях и компьютерном моделировании**

Системный анализ технологических процессов пищевой промышленности.

Построение систем уравнений математического описания технологических процессов пищевой промышленности.

Разработка и реализация расчетных модулей и моделирующих алгоритмов технологических процессов пищевой промышленности.

Идентификация математических описаний технологических процессов пищевой промышленности.

### **Тема 2. Численные методы компьютерного моделирования технологических процессов пищевых производств**

Решение систем конечных уравнений.

Нелинейные уравнения.

Решение систем нелинейных уравнений.

Интерполяция и аппроксимация функций. Выбор аппроксимирующей зависимости.

Приближенное дифференцирование и интегрирование. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.

Решение систем дифференциальных уравнений.

Дифференциальные уравнения в частных производных.

### **Тема 3. Принципы компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования**

Математическое описание технологических процессов с помощью физико-химических моделей.

Математическое описание зоны потока, движение фазы в которой представляется гидродинамической моделью идеального смешения.

Математическое описание зоны потока, движение фазы в которой представляется гидродинамической моделью идеального вытеснения.

Математическое описание зоны потока, движение фазы в которой представляется однопараметрической диффузионной моделью.

Компьютерное моделирование технологических процессов с помощью физико-химических моделей.

Компьютерное моделирование технологических процессов с помощью эмпирических моделей.

Алгоритмическое обеспечение решения задач компьютерного моделирования.

Примеры реализации математических моделей в Matlab.

#### **Тема 4. Эмпирические модели. Обработка результатов пассивных экспериментов и планирование экспериментов**

Основные понятия теории вероятностей и математической статистики.

Обработка результатов измерений одной случайной величины

Обработка результатов пассивных экспериментов и построение эмпирических моделей

Обработка результатов активных экспериментов и оптимальное планирование экспериментов.

#### **Тема 5. Физико-химические модели. Построение моделей**

Общие принципы построения физико-химических моделей процессов. Математическое описание процессов системами конечных нелинейных уравнений. Математическое описание процессов системами с обыкновенными дифференциальными уравнениями.

Математические модели движения жидкости в простых гидравлических системах. Математические модели стационарных режимов движения жидкости в простых гидравлических системах. Математические модели нестационарных режимов движения жидкости в простых гидравлических системах.

Математические модели стационарных режимов процессов теплопередачи в поверхностных теплообменниках. Математическая модель стационарного режима процесса теплопередачи в теплообменнике типа «смешение-смешение». Математическая модель стационарного режима процесса теплопередачи в теплообменнике типа «смешение—вытеснение». Математическая модель стационарного режима процесса теплопередачи в прямоточном теплообменнике типа «труба в трубе». Математическая модель стационарного режима процесса теплопередачи в противоточном теплообменнике типа «труба в трубе».

Математические модели химических превращений в реакторах.

Математические модели процессов разделения: ректификации и абсорбции. Математическая модель процесса непрерывной многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне. Математическая модель процесса непрерывной многокомпонентной ректификации в насадочной колонне. Математическая модель процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне.

Идентификация и оптимизация технологических процессов. Решение задачи идентификации математического описания. Решение задачи оптимизации.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**

Курсовой проект ставит своей целью систематизацию и практическое применение студентом полученных теоретических знаний по учебной дисциплине «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования пищевой промышленности».



Студенты выполняют курсовые проекты, представляющие собой разработку компьютерного моделирования различного технологического оборудования пищевой промышленности.

Примерными темами курсовых проектов являются: компьютерное моделирование теплообменников, реакторов, колон ректификации, биореакторов. При выполнении курсового проекта могут включаться элементы научно-исследовательского характера.

Курсовой проект выполняется в виде пояснительной записки (40-60 стр.) и графической части (2-3 листа формата А1), включающей в себя моделирующий алгоритм, математическую модель, имитационную модель.

На курсовой проект отводится 40 часов, трудоемкость курсового проекта составляет 1 зачетную единицу (1 з.е.).

## **4 ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **4.1 Перечень основной и дополнительной литературы**

#### **Основная литература**

- 1 Бочкарев В.В. Оптимизация химико-технологических процессов: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В.В. Бочкарев. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 263 с.
- 2 Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем / В.П. Тарасик. – Минск: Новое издание; М.: ИНФРА-М, 2017. – 592 с.
- 3 Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования: учебное пособие для вузов/ Г.В. Алексеев, Б.А. Вороненко, М.В. Гончаров, И.И. Холявин – СПб.: ГИОРД, 2014. – 199 с.

#### **Дополнительная литература**

- 4 Гартман Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. – М.: ИКЦ Академкнига, 2006. – 416 с.
- 5 Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель / В.П. Дьяконов. – М.: ДМК пресс, 2012. – 768 с.
- 6 Дворецкий Д.С. Математическое моделирование процессов и аппаратов химических, пищевых и биотехнологических производств / Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, Е.В. Пешкова, М.С. Темнов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 80 с.

#### **Учебно-методическая литература**

- 7 СТП СМК 4.2.3–01– 2011. Общие требования и правила оформления учебных текстовых документов [Текст]: стандарт университета / А.В. Иванов, Е.Н. Урбанчик. – Введ. С 07–04–2011. – Могилев: УО МГУП, 2011. – 41 с.

### **4.2 Перечень лабораторных занятий**

- 1 Понятие функций и их использование в программировании на языке пакета Matlab.
- 2 Численное решение систем линейных уравнений.
- 3 Численное решение систем нелинейных уравнений.
- 4 Анализ экспериментальных данных.
- 5 Численное решение интегральных уравнений.
- 6 Численное решение дифференциальных уравнений.
- 7 Численное решение систем дифференциальных уравнений.
- 8 Составление статической математической модели смесителя потоков.
- 9 Составление статической математической модели теплообменника.
- 10 Разработка математической модели аппарата идеального смешения.

- 11 Разработка математической модели аппарата идеального вытеснения.
- 12 Разработка математической модели массообменных процессов.
- 13 Разработка математической модели теплообменных процессов.
- 14 Разработка математической модели биотехнологических процессов.

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

В преподавании учебной дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования пищевой промышленности» используются технологии поддерживающего обучения (традиционного обучения) и инновационные образовательные технологии, адекватные компетентностному подходу, в том числе технологии: разноуровневого обучения, развивающего обучения, проблемного обучения, проектного обучения, развития критического мышления обучающихся, личностно ориентированные технологии.

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

Для диагностики компетенций обучающихся используются следующие формы:

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

К устной форме диагностики компетенций относятся:

1. Собеседования.
2. Доклады на конференциях.
3. Устные экзамены.
4. Другие.

К письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Тесты.
2. Контрольные опросы.
3. Контрольные работы.
4. Отчеты по научно-исследовательской работе.
5. Публикации статей, докладов.
6. Стандартизированные тесты.
7. Другие.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Защита типового расчета.
2. Другие.

К технической форме диагностики компетенций относятся:

1. Электронные тесты.
2. Другие.

## 5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2 – Учебно-методическая карта учебной дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования пищевой промышленности» (дневная форма получения высшего образования)

12

Номер раздела, темы	Наименование 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
	5 семестр					
1	Общие сведения о моделях и компьютерном моделировании	6	-	10/8	1, 2, 4, 6	Опрос.
2	Численные методы компьютерного моделирования технологических процессов пищевых производств	10	10	12/10	3, 4, 5, 6	Защита лабораторных работ. Опрос.
3	Принципы компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования	12	18	18/12	2, 3, 4, 6	Защита лабораторных работ. Опрос.
	<b>Итого за семестр</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>40/30</b>		<b>Зачет (126 часов, 3,5 з.е.)</b>
	6 семестр					
4	Эмпирические модели. Обработка результатов пассивных экспериментов и планирование экспериментов	10	6	10/8	2, 3, 4, 6	Защита лабораторных работ. Опрос.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
5	Физико-химические модели. Построение моделей	18	8	18/12	2, 3, 4, 6	Защита лабораторных работ. Опрос.
<b>Подготовка к экзамену</b>				<b>36</b>		
<b>Итого за семестр</b>		<b>28</b>	<b>14</b>	<b>28/20/36</b>		<b>Экзамен (126 часов, 3,5 з.е.)</b>
<b>6 семестр - курсовой проект</b>				<b>40</b>		<b>КП (40 часов, 1 з.е.)</b>
<b>ИТОГО</b>		<b>56</b>	<b>42</b>	<b>68/50/36/40</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 «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования пищевой промышленности»	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1 Оптимизация технологических процессов пищевой промышленности	Кафедра автоматизации технологических процессов и производств	Ввести раздел идентификация и оптимизация технологических процессов	Ввести раздел идентификация и оптимизация технологических процессов Протокол № 11 31.05.2017
2 Автоматизированные системы управления пищевыми производствами	Кафедра автоматизации технологических процессов и производств	Ввести раздел Системный анализ технологических процессов пищевой промышленности	Ввести раздел Системный анализ технологических процессов пищевой промышленности Протокол № 11 31.05.2017

\*Преподаватели кафедр, обеспечивающих междисциплинарные связи, входят в состав УМСС по специальности 1 – 40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям).

(протокол от 31.05.2017 г. № 8)  
Председатель УМСС, к.т.н., доцент



М.М. Кожевников