

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР
А.В. Бурмистров

« 3 » 04 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.5 Методы физического и математического моделирования технологических систем

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль подготовки Машины и аппараты пищевых производств

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет Институт пищевых производств и биотехнологии, Факультет пищевой инженерии

Кафедра-разработчик Оборудования пищевых производств

Курс, семестр 3 курс, 6 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,50
Практические занятия		
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	18	0,50
Самостоятельная работа	72	2
Форма аттестации	Зачет	
Всего	108	3,0

Казань, 2019

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1170 от 20.10.2015 г. по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Машины и аппараты пищевых производств», на основании учебного плана набора обучающихся 2018 г (протокол от 01 июля 2019 г. № 6).

Примерная программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:
Зав. кафедрой



Николаев А.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОПП, протокол от 02 июля 2019 г. № 7

Зав. кафедрой

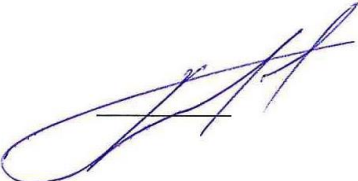


Николаев А.Н.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета пищевой инженерии, от «03» июля 2019 г. № 7.

Председатель комиссии, профессор



Поливанов М.А.

Начальник УМЦ



Китаева Л.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Методы физического и математического моделирования технологических систем» являются:

- а) изучение основных принципов моделирования технологических систем в пищевой перерабатывающей и смежных отраслях промышленности;*
- б) реализация современных численных и физических методов исследования гидродинамических, тепло-массообменных, термодинамических и механических процессов;*
- в) освоение методов и приемов анализ полученных опытных и расчетных данных.*

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Методы физического и математического моделирования технологических систем» относится к *обязательным дисциплинам* вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности.*

Для успешного освоения дисциплины бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5 Математика;*
- б) Б1.Б.6 Физика;*
- в) Б1.Б.9 Информационные технологии;*
- г) Б1.Б.10 Теоретическая механика;*
- д) Б1.Б.18 Механика жидкости и газа;*
- е) Б1.Б.22 Термодинамика.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Методы физического и математического моделирования технологических систем» могут быть использованы при прохождении *производственной Б2.П.1 и преддипломной Б2.П.2 практик* и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

- 1.** ОПК-2 владение достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером;
- 2.** ОПК-4 понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, способность получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовность интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде;
- 3.** ПК-2 умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) основные понятия аналитических и численных задач, детерминированных и статистических методов;
- б) классификацию современных методов математического и физического моделирования;
- в) принципы построения математических моделей.

2) Уметь:

- а) составлять алгоритмы решения задач расчета пищевого оборудования;
- б) практически использовать численные методы;
- в) проводить математический и физический эксперимент с последующим анализом полученных результатов.

3) Владеть:

- а) основными методами решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений, дифференциальных уравнений в полных и частных производных;
- б) основами методов выравнивания и регрессии;
- в) методами определения адекватности математических моделей.

4. Структура и содержание дисциплины «Методы физического и математического моделирования технологических систем». Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС		
1.	Общие сведения о физическом и математическом моделировании технологических систем	6	6	-	-	10	комплект электронных презентаций/слайдов	Текущий контроль лекционного и дополнительного материала, опрос, реферат
2.	Численные методы решения задач при проектировании технологических систем	6	8	-	12	42	комплект электронных презентаций/слайдов	Защита лабораторной работы, текущий контроль лекционного и дополнительного материала, контрольная работа
3.	Основы планирования экспериментальных исследований и методы обработки экспериментальных данных.	6	4	-	6	20	комплект электронных презентаций/слайдов	Защита лабораторной работы, текущий контроль лекционного и дополнительного материала Опрос.
ИТОГО			18		18	72		
Форма аттестации								Зачет.

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1.	<i>Общие сведения о физическом и математическом моделировании технологических систем</i>	6	<i>Тема 1. Основные определения и подходы к моделированию</i>	<i>Моделирование как метод решения научных и технических задач. Области применения моделирования. Основные определения. Натурное, физическое и математическое моделирование. Области применения различных подходов, их достоинства и недостатки. Основы теории подобия.</i>	<i>ОПК-2 ПК-2</i>
			<i>Тема 2. Математические модели и их классификация</i>	<i>Математическая модель. Классификация математических моделей. Аналоговые модели и модели идентификации. Регулярные численные и аналитические модели. Стадии разработки математических моделей. Виды обеспечения математических моделей. Аналитически и численно разрешимые модели. Точные и приближенные аналитические методы. Линеаризация и дискретизация дифференциальных уравнений. Линейные численные модели. Нелинейные полиномиальные, полиномиальные и сепарабельные модели. Статистические модели. Основные виды распределений. Модели идентификации. Выбор формы модели идентификации. Влияние соотношения количества коэффициентов регрессии и экспериментальных точек. Критерии точности моделей.</i>	
2.	<i>Численные методы решения задач при проектировании технологических систем</i>	8	<i>Тема 3. Численные методы решения линейных и нелинейных алгебраических уравнений</i>	<i>Итерационные и прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы Гаусса и Зейделя. Решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона. Метод прогонки. Численные методы нахождения корней уравнений неявного вида (дихотомии, простых итераций, Ньютона, секущих и парабол).</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2 ПК-2</i>

			Тема 4. Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Задачи Коши и краевые задачи. Методы Эйлера и трапеций. Метод Рунге-Кутты. Метод Адамса (явная и неявная схема). Методы решения краевых задач (стрельбы, разностный, Галеркина).	
			Тема 5. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных	Обзор методов решения уравнений в частных производных. Основные положения метода сеток. Сеточные аппроксимации. Метод неопределенных коэффициентов. Понятие о сходимости и устойчивости разностных схем. Методы решения (прогонки и пристрелки).	
			Тема 6. Методы проверки адекватности математических моделей	Основные положения теории проверки моделей. Критерии согласия. Анализ дисперсий. Критерий Фишера. Коэффициент корреляции. Оценка адекватности модели сложной системы по данным об адекватности подсистем.	
3.	Основы планирования экспериментальных исследований и методы обработки экспериментальных данных	4	Тема 7. Основы планирования экспериментальных исследований	Выделение существенных факторов. Методы классификации. Априорное моделирование. Планирование эксперимента на примере полиномов первого порядка. Полные и дробные факторные планы. Аппроксимация данных.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
			Тема 8. Методы обработки экспериментальных данных	Основные приемы выравнивания данных. Метод наименьших квадратов. Понятие о множественной корреляции.	

6. Содержание практических/семинарских занятий

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Машины и аппараты пищевых производств» не предусмотрено проведение практических/семинарских занятий по дисциплине «Методы физического и математического моделирования технологических систем»

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Численные методы решения задач при проектировании технологических систем	2	Определение корней уравнений с одним неизвестным	Численными методами дихотомии и касательных определяются корни уравнений с одним неизвестным на примерах расчета температуры кипения жидкой смеси и определения скорости взвешивания частиц.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
2	Численные методы решения задач при проектировании технологических систем	2	Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений	Численными методами Рунге-Кутты решается система обыкновенных дифференциальных уравнений на примере движения капель жидкости в закрученном потоке газа.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
3	Численные методы решения задач при проектировании технологических систем	4	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных	Методом сеток решается уравнение в частных производных на примере задачи одномерной нестационарной теплопроводности слоя жидкого или твердого материала	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
4	Численные методы решения задач при проектировании технологических систем	4	Определение степени адекватности модели по опытным данным.	Определяется среднее квадратическое отклонение расчетных и опытных результатов	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
5	Основы планирования экспериментальных исследований и методы обработки экспериментальных данных	6	Нахождение степенной регрессии для опытных данных.	Методами выравнивания и наименьших квадратов определяется степенная регрессия аппроксимирующая опытные данные	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2

Лабораторные работы проводятся в учебной лаборатории кафедры (В-205) с использованием персональных компьютеров и специального программного обеспечения.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Основные определения и подходы к моделированию	6	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, реферат	ОПК-2 ПК-2
2	Математические модели и их классификация	8	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-2 ПК-2
3	Численные методы решения линейных и нелинейных алгебраических уравнений	8	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
4	Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений	10	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
5	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных	10	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
6	Методы проверки адекватности математических моделей	10	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчета, работа с литературой; подготовка к контрольной работе	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
7	Основы планирования экспериментальных исследований	8	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2
8	Методы обработки экспериментальных данных	12	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; подготовка к лабораторным работам	ОПК-1 ОПК-2 ПК-2

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Методы физического и математического моделирования технологических систем» используется бально-рейтинговая система. Применение рейтинговой системы осуществляется согласно «Положению о бально-рейтинговой системе оценки знаний студентов в КНИТУ», в рамках специально разработанного формата.

Суммарная доля рейтинга, которую бакалавр может заработать по дисциплине, составляет 100%.

При изучении указанной дисциплины предусматривается выполнение работ по разделам дисциплины:

5 лабораторных работ — по 12 баллов за каждую лабораторную работу;

Выполнение контрольной работы — 20 баллов.

Выполнение реферата максимальное число баллов – 20 баллов.

В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов

За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>5</i>	<i>36</i>	<i>60</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Реферат</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Методы физического и математического моделирования технологических систем» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Хасаншин Р.Р. Методы математического и физического моделирования процессов деревообработки: учеб. пособие – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014 .– 87 с.	135 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Клинов А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учеб. пособие – Казань: Изд-во КНИТУ, 2011 .– 100 с.	114 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Дерканосова Н.М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств: практикум : учеб. пособие – Воронеж, 2011 .— 196 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
Зализняк В.Е. Численные методы. Основы научных вычислений – М.: Юрайт, 2012 – 357 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
4. Пирумов У.Г. Численные методы. – М.: Дрофа, 2003. – 221 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Рено Н.Н. Численные методы. – Казань, КГТУ, 2002. – 111 с.	9 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Методы моделирования технологических систем: Численные методы. Методические указания к практическим работам / А.Н. Николаев, О.В. Газеева, Д.В. Новосельцев. – Казань: КГТУ, 2009. – 34 с.	25 экз. в УНИЦ КНИТУ 50 экз. на кафедре ОПП

10.3 Периодические издания

Журналы:

5. «Математическое моделирование и численные методы»
6. «Математическое моделирование»
7. «Теоретические основы химической технологии»
8. «Инженерно-физический журнал»
9. «Mathematical models and computer simulations»

10.4 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Методы физического и математического моделирования технологических систем» рекомендуется использование электронных источников информации:

10. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ — Режим доступа: <https://library.kstu.ru/>
11. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) — Режим доступа: <http://elibrary.ru>
12. ЭБС «Юрайт» — Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
13. ЭБС «Лань» — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
14. ЭБС «КнигаФонд» — Режим доступа: www.knigafund.ru
15. ЭБС «БиблиоТех» — Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>
16. ЭБС «РУКОНТ» — Режим доступа: <http://rucont.ru>
17. ЭБС «IPRbooks» — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
18. ЭБС «Znanium.com» — Режим доступа: <http://znanium.com>

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Методы физического и математического моделирования технологических систем» используются

1. Лекционные занятия

Комплект слайдов с оборудованием

2. Лабораторные и практические работы

- a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,*
- b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.*

13. Образовательные технологии

Из общего количества аудиторных занятий в объеме 54 ч в интерактивной форме проводится 12 ч. Удельный объем занятий в интерактивной форме составляет 22,22%.

Основные виды образовательных технологий:

- 1. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.*
- 2. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.*
- 3. Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.*
- 4. Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.*
- 5. Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.*
- 6. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.*