

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

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« » 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.25.7 Моделирование, оптимизация и управление процессами
Специальность 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»
Специализация «Технология пиротехнических средств»
Квалификация (степень) выпускника ИНЖЕНЕР
Форма обучения ОЧНАЯ
Институт Инженерный химико-технологический (ИХТИ)
Факультет Энергонасыщенных материалов и изделий (ФЭМИ)
Кафедра-разработчик рабочей программы Кафедра технологии изделий из пиротехнических и композиционных материалов (ТИПиКМ)
Курс 5
Семестр 9

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	–	–
Семинарские занятия	–	–
Лабораторные занятия	36	1,0
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации – экзамен	36	1,0
Всего	144	4,0

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 1176 утвержден 12 сентября 2016 г.) по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» для специализации «Технология пиротехнических средств» на основании учебного плана набора обучающихся 2017г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчики программы:

Доцент



Е.Г. Белов

Ассистент



Р.А. Крыев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТИПиКМ, протокол № 4 от «19» октября 2017 г.

Зав. кафедрой ТИПиКМ,
профессор



Н.Е. Тимофеев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ
от 24 октября 2017 г. № 35

Председатель методической
комиссии, профессор



В.Я. Базотов

Начальник УМЦ



Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» являются:

- а) освоение методов построения математических моделей основных тепло- и массообменных процессов;
- б) изучение алгоритмов идентификации параметров математических моделей и способов проверки их адекватности;
- в) формирование знаний по методологическим основам оптимизации технологических процессов (ТП);
- г) обучение основам теории оптимизации при решении технических задач.

2. Место дисциплины в структуре программы

Дисциплина «Моделирование, оптимизация и управление процессами» относится к дисциплинам специализации базовой части ООП подготовки специалистов по специальности «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» обучающийся по специальности «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» (специализация – Технология пиротехнических средств) должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- «Информатика»
- «Высшая математика»
- «Вычислительная математика»
- «Системы управления химико-технологическими процессами»
- «Теоретические основы пиротехники»

Дисциплина «Моделирование, оптимизация и управление процессами» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- «Основы моделирования процессов»
- «Основы научных исследований»
- «Планирование и обработка эксперимента»

Знания, полученные при изучении дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик, итоговой государственной аттестации, в научно-исследовательской деятельности.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Профессиональные компетенции:

ПК-7 способностью анализировать технологический процесс как объект управления, использовать современные системы управления качеством применительно к

конкретным условиям производства на основе международных стандартов;

ПК-16 способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования;

Специальные компетенции:

ПСК-4.1 способностью управлять процессами получения пиротехнических составов и изделий, прогнозировать и регулировать их основные свойства, определять параметры технологических процессов их получения.

В результате освоения дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» обучающийся должен:

Знать:

- а) методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии;
- б) теоретические основы методов решения оптимизационных задач;
- в) основные методы, применяемые для решения задач оптимизации ТП;
- г) методы идентификации параметров моделей и проверки их адекватности.

2) Уметь:

- а) составлять математические модели процессов тепломассопереноса;
- б) проводить идентификацию параметров модели и оценивать ее адекватность;
- в) правильно ставить задачу для достижения целей при оптимизации ТП.
- г) анализировать математическую модель и делать правильные выводы и рекомендации.

3) Владеть:

- а) навыками обоснования выбора метода оптимизации ТП;
- в) навыками применения информационных технологий при реализации методов оптимизации ТП.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС	
1	Эмпирический метод построения математического описания	9	2	9	6	входной контроль (контрольная работа), коллоквиум, сдача лабораторной работы
2	Теоретический метод построения математического описания	9	2	-	6	групповая дискуссия
3	Моделирование теплообменных процессов	9	2	9	6	коллоквиум, сдача лабораторной работы

4	Моделирование массообменных процессов	9	2	-	6	текущий контроль (контрольная работа)
5	Методологические основы оптимизации	9	3	-	9	групповая дискуссия
6	Теоретические основы методов математического программирования	9	3	9	9	коллоквиум, сдача лабораторной работы
7	Методы оптимизации технологического процесса производства	9	4	9	12	коллоквиум, сдача лабораторной работы
Форма аттестации						экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
Эмпирический метод построения математического описания	2	Эмпирический метод построения математического описания	Оценка математического ожидания и дисперсии. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Аппроксимация результатов эмпирическими уравнениями. Расчет коэффициентов корреляции и регрессии. Оценка значимости коэффициентов регрессии. Дисперсия адекватности и дисперсия воспроизводимости	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Теоретический метод построения математического описания	2	Теоретический метод построения математического описания	Теоретические основы тепло-, массопереноса. Описание процессов с использованием дифференциальных уравнений. Аналитическое описание скорости процесса при термическом превращении ЭНМ	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Моделирование теплообменных процессов	2	Моделирование теплообменных процессов	Модели теплообмена при превращении энергонасыщенных материалов. Модели горения, волны горения. Стационарные и не стационарные процессы	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Моделирование массообменных процессов	2	Моделирование массообменных процессов	Модели массообмена при превращении энергонасыщенных материалов	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Методологические основы оптимизации	3	Методологические основы оптимизации	Характеристический критерий. Независимые переменные. Стратегия оптимизационного исследования и структура оптимизационных задач. Построение и реализация модели. Оценка решения. Конструктивные критерии оптимизации. Применение методов оптимизации в инженерной практике. Использование методов оптимизации при проектировании	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Теоретические основы методов математического программирования	3	Теоретические основы методов математического программирования	Постановка задачи оптимизационного исследования. Выбор оптимизационного критерия, основных переменных условий и ограничений. Математическая запись. Оптимизационный критерий, классификация, требования к критерию оптимизации. Математические критерии оптимизации. Прямые методы оптимизации. Градиентные методы оптимизации	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1

Методы оптимизации технологического процесса производства	4	Методы оптимизации технологического процесса производства	Планирование экстремальных экспериментов. Полный факторный эксперимент. Уровни планирования, интервалы планирования и преобразование координат. Матрица планирования и ее свойства. Уравнение регрессии, расчет и статистическая оценка коэффициента уравнения	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Итого	18			

6. Содержание практических занятий

Учебным планом специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» (специализация «Технология пиротехнических средств») проведение практических занятий по дисциплине «Моделирование, оптимизация и управление процессами» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий с указанием используемых инновационных образовательных технологий

Целью проведения лабораторных работ является освоение лекционного материала и изучение процессов, протекающих при термическом превращении ЭНМ и методов их описания и оптимизации.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Эмпирический метод построения математического описания	9	Определение параметров линейной модели зависимости характеристик ЭНМ от различных факторов методом наименьших квадратов	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
2	Моделирование теплообменных процессов	9	Определение параметров модели изменения теплового эффекта термического превращения ЭНМ	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
3	Теоретические основы методов математического программирования	9	Определение параметров модели изменения содержания целевого продукта при термическом превращении ЭНМ	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
4	Методы оптимизации технологического процесса производства	9	Оптимизация технологических параметров при изготовлении ЭНМ с использованием факторного планирования	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных лабораторий кафедры ТИПиКМ с использованием специального оборудования и технологической оснастки.

8. Самостоятельная работа обучающегося

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
Эмпирический метод построения математического описания	6	Проработка лекционного материала и литературы, подготовка к коллоквиуму, оформление отчета по лабораторной работе	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Теоретический метод построения математического описания	6	Проработка лекционного материала и литературы	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1

Моделирование тепло-обменных процессов	6	Проработка лекционного материала и литературы, подготовка к коллоквиуму, оформление отчета по лабораторной работе	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Моделирование массо-обменных процессов	6	Проработка лекционного материала и литературы	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Методологические основы оптимизации	9	Проработка лекционного материала и литературы	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Теоретические основы методов математического программирования	9	Проработка лекционного материала и литературы, подготовка к коллоквиуму, оформление отчета по лабораторной работе	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Методы оптимизации технологического процесса производства	12	Проработка лекционного материала и литературы, подготовка к коллоквиуму, оформление отчета по лабораторной работе	ПК-7, ПК-16, ПСК 4.1
Итого	54		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» используется рейтинговая система оценки и контроля знаний студентов в соответствии с рекомендациями КНИТУ на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса».

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальный рейтинг студента – 100 баллов, минимальный составляет 60 баллов.

Пересчет рейтинга в традиционную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов
Отлично (5)	87 - 100
Хорошо (4)	74 - 86
Удовлетворительно (3)	60 - 73
Неудовлетворительно (2)	ниже 60

Текущий рейтинг складывается из оценки следующих видов контроля:

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
1. Входной контроль знаний	1	3	6
2. Поощрительные баллы(групповая дискуссия)	1	1	10
3. Текущий контроль знаний	1	5	10
4. Опрос на коллоквиуме	4	8(4x2)	16(4x4)
5. Сдача отчета по лабораторной работе	4	12(4x3)	20(4x5)
6. Экзамен		31	38
Итого:		60	100

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» в качестве основных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон, дан. - Казань : КНИТУ 2009. - 144 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ В электронной библиотеке УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0774-2-Klinov_Mat-modelirovanie.pdf Доступ с ip-адресов КНИТУ
2. Архипов, В.А. Физико-химические основы процессов тепломассообмена: учебное пособие. [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон, дан. — Томск : ТПУ 2015. — 199 с.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=82841 Доступ с любой точки Интернета после регистрации с ip-адресов КНИТУ
3. Косточко, А.В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Физико-химические свойства порохов и ракетных твердых топлив. [Электронный ресурс]: учеб. пособие/А.В. Косточко, Б.М. Казбан. — Электрон, дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 363 с.	32 экз. в УНИЦ КНИТУ В электронной библиотеке УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/Kostochko-poroha.pdf Доступ с ip-адресов КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Косточко, А.В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Воспламенение и горение порохов и ракетных твердых топлив. [Электронный ресурс]: учеб. пособие/А.В. Косточко, Б.М. Казбан. — Электрон, дан. — Казань : КНИТУ, 2010. — 213 с.	32 экз. в УНИЦ КНИТУ В электронной библиотеке УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0884-8-Kostochko_Kazban-PRTTISVIGPIRTT.pdf Доступ с ip-адресов КНИТУ
2. Косточко, А.В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Пороха и ракетные твердые топлива - источники тепловой энергии и газообразного рабочего тела. [Электронный ресурс]: учеб. пособие/А.В. Косточко, Б.М. Казбан. - Электрон, дан. - Казань : КНИТУ, 2009. - 256 с.	40 экз. в УНИЦ КНИТУ В электронной библиотеке УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0757-5-Kostochko_poroha-raketnye-topliva.pdf Доступ с ip-адресов КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» рекомендуется использование электронных источников информации:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
3. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
4. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: www.knigafund.ru

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для определения результатов 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).

Преподавание дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление процессами» предполагает наличие учебного кабинета для проведения лекций и лабораторных занятий; компьютерного класса с пакетами прикладных программ.

Оборудование учебного кабинета и компьютерного класса: доска для записей; технические средства обучения: ноутбук, мультимедийный проектор, экран; ЭВМ с программным обеспечением – пакет прикладных программ для расчета термодинамических характеристик ЭНМ.

13. Образовательные технологии

При обучении дисциплине «Моделирование, оптимизация и управление процессами» используются следующие образовательные технологии:

- лекции в традиционной форме с использованием иллюстрационного материала в виде компьютерных презентаций;
- групповая работа с иллюстративным материалом;
- лабораторных работы в традиционной форме и с элементами решения проблемных задач с последующим обсуждением результатов работы студенческих учебных подгрупп;
- групповые дискуссии;
- информационные технологии (при выполнении расчетов, экспериментов и СРС).

Объем занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 11 ч.