

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. АУЭЗОВА



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
учебно-методической работе
ЮКГУ им. М. Ауэзова

К. Байболов
(подпись, ФИО)

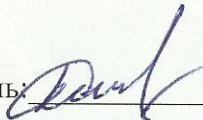
« 03 » 09 2018г.

ПРОГРАММА

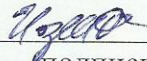
курса (семинара) «Математическое моделирование (по отраслям науки и технологии)»

для слушателей

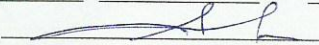
Трудоемкость – 72 часа

Составитель:  д.т.н., проф. Исмаилов Б.Р.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании
кафедры « _____ »
(протокол № 1 от « 28 » 08 2018г.)

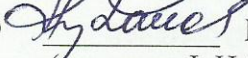
Заведующий кафедрой  Изтаев Ж.Д.
(подпись, Ф.И.О)

Программа рекомендована Отделом повышения квалификации научно-педагогических
кадров

(протокол № 1 от « 03 » 09 2018г.)
Руководитель ОПКНПК  Риставлетов Р.А.
(подпись, Ф.И.О)

Программа одобрена и рекомендована на заседании УМС ЮКГУ им. М. Ауэзова

(протокол № 1 от « 03 » 09 2018г.)

Руководитель УМО  Куланова Д.А.
(подпись, Ф.И.О)

1. Пояснительная записка

Изучение данного курса базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении слушателями дисциплин базовой части математического и естественнонаучного цикла, предшествующих дисциплин профессионального цикла.

1.1. Цель и задачи изучения дисциплины

Преподавание курса «Математическое моделирование (по отраслям науки и технологии)» ставит своей целью совершенствование профессиональной подготовки слушателей в области современных методов моделирования научных и задач и технологических процессов.

Задачи изучения дисциплины слушателей заключаются:

-в овладении знаниями в области моделирования процессов разной природы, составления и оптимизации математических моделей, использования современных математических программных пакетов в моделировании;

-в формировании навыков моделирования процессов, организации и проведения эксперимента, по анализу и обработке данных с использованием современных информационных технологий.

1.2. Требования к входным знаниям, умениям, компетенциям

Приступая к освоению дисциплины, слушатель должен:

-знать:

основные понятия и методы математического анализа;

технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации;

-уметь:

решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений;

работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач;

-владеть

методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;

методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации, включая приемы антивирусной защиты.

1.3. Ожидаемые результаты образования и компетенции по завершении освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины слушатель должен продемонстрировать следующие образовательные результаты:

№ п/п	Формируемые компетенции		Образовательные результаты,		
	индекс	компетенция	индекс		
			З	У	В
1	ПК-1	способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	3-1	У-1	В-1
			3-2	У-2	В-2
			3-3		В-3
			3-4		
			3-5		
2	ПК-8	способен составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решений и интерпретировать	3-1	У-1	В-1
			3-2	У-2	В-2
			3-3		В-3

		профессиональный (физический) смысл полученного математического результата	3-4 3-5		
3	ПК-9	готов применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ деловой сферы деятельности; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	3-1 3-2 3-3 3-4 3-5	У-1 У-2	В-1 В-2 В-3
4	ПК-11	готов обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	3-1 3-2 3-3 3-4 3-5	У-1 У-2	В-1 В-2 В-3

Расшифровка индексов:

знать

-методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей разной природы, (З-1)

-методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных, (З-2)

-методы оптимизации процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей, (З-3)

-принципы формирования математических моделей, и методологическую сущность математических моделей, (З-4)

-принципы использования программ для компьютерных расчетов математических моделей; (З-5)

уметь

-применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов разной природы, (У-1)

-использовать программное обеспечение решения профессиональных задач; (У-2)

владеть

-методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, (В-1)

-методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, (В-2)

-пакетами прикладных программ для моделирования процессов. (В-3).

1.4. Структура дисциплины

Введение. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Основные физические и математические понятия, определения, методы, используемые в моделировании процессов разной природы. Методы моделирования химико-технологических процессов (ХТП). Физическое моделирование ХТП. Математическое моделирование ХТП. Методы оценки адекватности математических моделей. Методы оптимизации процессов.

1.5. Основные образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные, так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения: технологии объяснительно-иллюстративного обучения с элементами проблемного изложения, информационного обучения, личностно-ориентированного обучения, обучения в сотрудничестве, лекции, лабораторные работы, коллоквиум, самостоятельная работа, консультации.

1.6. Формы контроля

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости, подготовка информационного сообщения) и итоговую аттестацию – экзамен.

Критерии оценки индивидуальных образовательных результатов (достижений) определяются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе и технологической картой дисциплины.

Содержание курса.

ВВЕДЕНИЕ. ЗНАЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРАКТИКЕ. Роль теоретических и экспериментальных методов в исследованиях. Кибернетика. Управление. Система, объект, процесс. Составление и решению дифференциальных уравнений, описывающих процессы химической технологии. Структурные схемы объектов науки и технологии. Цели и задачи моделирования процессов.

1 ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДЕЛИРОВАНИИ ХТП.

Основные величины, описывающие элемент процесса. Размерности важнейших величин. Определяющие уравнения для важнейших величин. Число описывающих величин.

Построение графиков. Методы определения коэффициентов эмпирических формул. Метод средних. Метод наименьших квадратов. Специальные методы нахождения эмпирических формул для двух переменных. Решение различных прикладных задач с помощью этих методов. Эмпирические формулы периодического характера. Типичные графики некоторых формул.

Использование понятий и методов дифференцирования, интегрирования, интегрального исчисления для решения прикладных задач. Применение навыков в составлении дифференциальных уравнений, при решении обыкновенных дифференциальных уравнений в решении прикладных задач. Составление материального баланса для периодических и непрерывных процессов. Примеры балансовых расчетов. Составление теплового баланса. Расчет составляющих теплового баланса. Примеры балансовых расчетов.

2 МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ.

2.1. Теоретические методы для анализа процессов разной природы. Классификация теоретических методов. Точные методы. Асимптотические методы. Численные методы. Приближенные методы. Комбинирование теоретических методов.

Основные методы моделирования процессов: физическое моделирование (метод обобщенных переменных) и математическое моделирование (метод численного эксперимента), компьютерное моделирование. Общие принципы анализа типовых процессов. Общие принципы построения модели процесса. Системный анализ процессов химической технологии. Блочный принцип описания объекта исследований. Классификация математических моделей. Схема построения математических моделей процессов химической технологии. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.

2.2 Использование физического моделирования. Подобие гидродинамических процессов. Критериальное преобразование уравнений Навье – Стокса. Основные критерии гидродинамического подобия и их физический смысл. Общий вид критериального уравнения при гидродинамическом подобии движущегося по трубопроводу потока жидкости. Понятие о модифицированных и производных критериях подобия.

Подобие процессов массопереноса. Критерии подобия процессов конвективного переноса и молекулярной диффузии. Определяемый критерий. Общий вид критериального уравнения для неустановившегося и установившегося потоков.

2.3 Математическое моделирование химико-технологических процессов.

Этапы процесса математического моделирования: 1) постановка задачи; 2) анализ теоретических основ процесса; 3) составление математической модели процесса;

4) алгоритмизация математической модели; 5) параметрическая идентификация модели; 6) проверка адекватности математической модели; 7) моделирование процесса; 8) анализ полученной информации.

Составление математической модели молекулярного уровня для находящейся в состоянии относительного покоя жидкости (уравнение равновесия Эйлера) и ее решение (основной закон гидростатики). Закон Паскаля. Практическое использование основного уравнения гидростатики и закона Паскаля.

Составление математической модели движущегося однофазного потока жидкости (уравнение движения Эйлера и Навье-Стокса), их решение (уравнение Бернулли).

Составление математической модели теплопроводности в элементарном объеме (дифференциальное уравнение теплопроводности).

Составление математической модели конвективного переноса тепла в элементарном объеме движущейся среды. Уравнение Фурье-Кирхгофа.

Статистические математические модели. Классификация и общий вид уравнений статистических моделей. Статистические модели объектов на основе пассивного и активного эксперимента (полный и дробный факторный эксперимент). Статистические модели области оптимума объекта исследования.

Оптимизация химико-технологических процессов. Понятие об оптимизации. Критерий оптимальности. Методы решения оптимальных задач. Математические модели как основа оптимизации технологических процессов. Оптимизация методом дифференциального исчисления. Поиск оптимума численными методами. Экспериментальный поиск оптимума. Частные задачи оптимизации химических реакторов.

3. Примерный перечень лабораторных занятий.

Методы определения коэффициентов эмпирических формул.

Метод наименьших квадратов. Специальные методы нахождения эмпирических формул для двух переменных.

Решение различных прикладных задач с помощью этих методов. Эмпирические формулы периодического характера.

Использование понятий и методов дифференцирования, интегрирования, интегрального исчисления для решения прикладных задач. Применение навыков в составлении дифференциальных уравнений, при решении обыкновенных дифференциальных уравнений в решении прикладных задач.

Составление материального баланса для периодических и непрерывных процессов.

Примеры балансовых расчетов. Составление теплового баланса.

Расчет составляющих теплового баланса. Примеры балансовых расчетов.

Точные методы решения дифференциальных уравнений.

Асимптотические методы. Численные методы. Приближенные методы.

Математическое моделирование (метод численного эксперимента), компьютерное моделирование.

Схема построения математических моделей процессов химической технологии.

Подобие гидродинамических процессов.

Критериальное преобразование уравнений Навье – Стокса. Основные критерии гидродинамического подобия и их физический смысл.

Подобие процессов массопереноса. Критерии подобия процессов конвективного переноса и молекулярной диффузии.

Математическое моделирование химико-технологических процессов.

Примеры составления математической модели процесса.

Алгоритмизация математической модели.

Проверка адекватности математической модели.

Составление математической модели теплопроводности в элементарном объеме (дифференциальное уравнение теплопроводности).

Составление математической модели конвективного переноса тепла в элементарном объеме движущейся среды. Уравнение Фурье-Кирхгофа.

Статистические математические модели.

Методы решения оптимальных задач. Оптимизация методом дифференциального исчисления.

4. Рекомендуемая литература

4.1. Основная литература

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры.-М.:Физматгиз, 2005.
2. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: УРСС, 2004.
3. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. – М: МГТУ, 2003.
4. Айзенштейн Н.Д. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии.- М.:Физматкнига, 2006.
5. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологических процессов. – М.: МГУ, 2012. 300 с.
6. Коробейников В.П. Математическое моделирование катастрофических явлений в природе. – М.: Знание, 2012.
7. Вабищевич П.Н. Численное моделирование – М.: МГУ, 2014.
8. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. – М.: Наука, 2010.
9. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. – М.: МГУ, 2002.
10. Белолипецкий В.М., Шокин Ю.И. Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды. – Новосибирск, 2001.

4.2. Дополнительная литература

1. Исмаилов Б.Р., Мелдебекова С.К. Математикалық моделдеуге кіріспе. Оқу құралы. – Ш.:ОҚМУ, 2013.
2. Исмаилов Б.Р. Математическое моделирование и численные методы. – Ш.:Изд. «Алтын алка», 2006.
3. Исмаилов Б.Р., Мелдебекова С.К. Математикалық моделдеуге кіріспе. СӨЖ-ге әдістемелік нұсқаулар. – Ш.:ОҚМУ, 2014.
4. Жаблон, Симон. Применение ЭВМ для численного моделирования в физике. – М.: Наука, 1983.
5. Справочник. Вибрации в технике. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1978.
6. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. – М.: Наука, 1983.
7. Математическое моделирование. Под ред. Дж.Эндрюса, З.Мак-Лоуна. – М.: Мир, 1979.

4.2. Плакаты, слайды, электронный ресурс.

1. Исмаилов Б.Р. Математикалық моделдеуге кіріспе [Электронный ресурс] : Оқу құралы 050705-Математикалық және компьютерлік моделдеу мамандығының студенттеріне арналған / Б. Р. Исмаилов, С. К. Мелдебекова. - Электрон. текстовые дан. (2,65 МБ). - Шымкент : ОҚМУ, 2013 эл. опт. диск (CD-ROM)
2. Компьютерлік моделдеу негіздері [Электронный ресурс] : электрондық кітап / К. М. Беркінбаев [и др.]. - Электрон. текстовые дан. (33,4 Мб). - Алматы : Нұр-пресс, 2006 эл. опт. диск (CD-ROM)
3. Махатова А.Х. "MathCad" ортасында «Қолданбалы есептерді моделдеу» пәні бойынша оқу-әдістемелік кешен 5В060200, 5В011100- "Информатика " мамандығының студенттеріне арналған [Электронный ресурс] / А. Х. Махатова. - Электрон. текстовые дан. (9,7 МБ). - Шымкент : ОҚМУ, 2013 эл. опт. диск (CD-ROM)
4. Сұлтанбек Т.С. Математикалық моделдеу әдістерінің есептері мен жаттығулар [Электронный ресурс] : оқу-әдістемелік құралы / Т. С. Сұлтанбек. - Электрон. текстовые дан. (3,68 МБ). - Шымкент : ОҚМУ, 2011 эл. опт. диск (CD-ROM)