

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. АЛЬ-ФАРАБИ

**Утверждено на заседании
Научно-методического совета
КазНУ им. аль-Фараби
протокол № _____
от «_____» _____ 2020 г.
Проректор по учебной работе
_____ Хикметов А.К.**

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ДОКТОРАНТУРУ PhD ПО
СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«8D06105 - МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

АЛМАТЫ 2020

Программа составлена в соответствии с Государственным общеобразовательным стандартом по специальности «6D070500-математическое и компьютерное моделирование». Программа составлена д.ф.-м.н., профессором Хаджиевой Л.А., PhD, профессора Исаховым А.А., PhD, доцентом Каруной О.Л., к.ф.-м.н., доцентом Маусумбековой С.Д.

Программа рассмотрена на заседании кафедры МКМ
Протокол №__ от _____2020 г.

Заведующий кафедрой _____ Исахов А.А.

Одобрена на заседании метод бюро факультета _____
Протокол №__ от _____2020 г.

Председатель метод бюро _____ Абдурахитова Г.Е.

Утверждена на заседании Ученого совета
Протокол №__ от _____2020 г.

Председатель Ученого совета,
декан факультета _____ Жакебаев Д.Б.

Ученый секретарь _____ Жумали А.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи вступительного экзамена по специальности

Обеспечение качественного набора по данной специальности. Выявление у поступающих научно-исследовательскую способность. Выявление глубины знания базовым и профильным дисциплинам, согласно ГОСО. Выявления знания и владения информационными технологиями в области математического моделирования. Выявления практических навыков программирования.

Форма вступительного экзамена – комбинированный письменно-устный экзамен. Экзаменующиеся записывают свои ответы на вопросы экзаменационного билета на листах ответов, отвечают экзаменационной комиссии устно. В случае апелляции основанием для рассмотрения являются письменные записи в листе ответов.

2. Требования к уровню подготовки лиц, поступающих в докторантуру PhD

Специальности предшествующие уровня образования: 6M070500-Математическое и компьютерное моделирование, 6M060100-Математика, 6M060300-Механика.

Математическое и компьютерное моделирование химических процессов

Магистрант должен знать: основы математического моделирования химико-технологических процессов; уметь применять эти знания для решения и анализа задач химической технологии, строить и анализировать математические модели химико-технологических процессов, используя компьютерное моделирование исследуемых процессов, и исследовать их аналитически и численно с использованием компьютеров.

Математическое и компьютерное моделирование атмосферных процессов и задач метеорологии

Магистрант должен знать: основные этапы проведения численного моделирования; уметь планировать численный эксперимент; знать примеры тестирования численного метода; владеть терминологией дисциплины, оперировать фактами, уметь анализировать свойства расчетных схем, уметь строить численные алгоритмы решения задач на основе различных способов численной дискретизации.

Математическое и компьютерное моделирование нестационарных нелинейных физических процессов

Магистрант должен владеть: глубокими знаниями основ математического моделирования физических процессов; уметь: применять эти знания для решения и анализа конкретных задач физической технологии с использованием математических методов и компьютерных программ, решать задачи по исследованию физических процессов математическими методами.

Современные методы математического моделирования

Магистрант должен владеть: глубокими знаниями основ современных методов математического моделирования; уметь: применять эти знания для решения и анализа конкретных задач физической технологии с использованием современных математических методов и компьютерных программ, решать задачи по исследованию физических процессов и выбирать соответствующий современные методы математического моделирования.

3. Пререквизиты образовательной программы

1. Математическое и компьютерное моделирование химических процессов
2. Математическое и компьютерное моделирование атмосферных процессов и задач метеорологии
3. Математическое и компьютерное моделирование нестационарных нелинейных физических процессов
4. Современные методы математического моделирования

4. Перечень экзаменационных тем

Дисциплина «Математическое и компьютерное моделирование химических процессов»

1. Законы сохранения реагирующей смеси
2. Уравнения движения и энергии в многокомпонентной химически реагирующей среде
3. Псевдогомогенная модель окисления газовой смеси
4. Постановка граничных условий для математических моделей химически реагирующей смеси
5. Нуль-мерная модель в псевдогомогенной модели
6. Стационарное состояние реакторов
7. Качественный анализ динамики химического реактора с неподвижным слоем катализатора
8. Математические модели горения

Дисциплина «Математическое и компьютерное моделирование атмосферных процессов и задач метеорологии»

1. Уравнения гидротермодинамики и их преобразования для целей численного прогноза крупномасштабных атмосферных движений. Динамические модели нижней атмосферы.
2. Уравнения гидротермодинамики для крупномасштабных атмосферных движений в системах координат, связанных с давлением.
3. Волновые движения в атмосфере. Малые возмущения относительно состояния покоя. Краевые условия в задачах теории волн.
4. Система уравнений гидротермодинамики для турбулентной атмосферы.
5. Динамика свободной атмосферы. Геоострофический ветер.
6. Пограничный слой атмосферы.
7. Основные виды уравнения переноса примеси.
8. Конечно-разностные схемы для численного решения уравнения переноса.
9. Численное моделирование динамики атмосферы с помощью уравнений несжимаемой неоднородной (стратифицированной по плотности) жидкости.
10. Термодинамические процессы в сухом воздухе. Термодинамические процессы во влажном воздухе. Численная модель процесса облакообразования.

Дисциплина «Математическое и компьютерное моделирование нестационарных нелинейных физических процессов»

1. Численное решение дифференциальных уравнений частного порядка параболического типа
2. Численное решение дифференциальных уравнений частного порядка эллиптического типа
3. Моделирование турбулентного течения уравнения Навье-Стокса использованием Рейнольдсовых подходов
4. Моделирование турбулентного течения уравнения Навье-Стокса использованием

метода крупных вихрей

Дисциплина «Современные методы математического моделирования»

1. Метод Рундсона.
2. Метод Кранка-Николсона.
3. Метод Дюфорта-Франкеля.
4. Неявный метод переменных направлений.
5. Метод дробных шагов. Анализ устойчивости.
6. Явный метод переменных направлений.
7. Метод "классики". Анализ устойчивости.
8. Метод Якоби. Метод Гаусса - Зейделя. Метод верхней релаксации.
9. Метод Лакса. Метод Лакса - Вендроффа.
10. Метод Маккормак. Метод Русанова.
11. Неявный метод Варминга - Катлера - Ломакса. Явный метод.
12. Схема вперед по времени и центральная по пространству. Дюфорт-Франкель "Чехарда" схема.
13. Метод Браилловский. Метод Аллена - Чэна.
14. Метод Лакса - Вендроффа. Метод Маккормак.
15. Метод Брэля - Макдональда.
16. Метод МакКормака временным расщеплениям.

5. Список рекомендуемой литературы

Основные литературы:

Математическое и компьютерное моделирование химических процессов

1. Денисов Е.Т. Кинетика гомогенных химических реакций. Учеб. пособие для хим. спец. вузов. – 2-е изд., – М.: Высш. Шк., 1988.-391 с.
2. Эммануэль Н.М. Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. – М., Высшая школа, 1974. – 400 с.
3. Шервуд Т., Пикфорд Р., Уилки Ч., Массопередача. – М., Химия, 1982. – 696 с.
4. Протодьяконов И.О., Марцулевич И.А., Марков А.В. Явления переноса в процессах химической технологии. Ленинград, Химия. 1981, 264 с.
5. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М., Наука, 1987. – 502 с.
6. Оран Э. Численное моделирование реагирующих потоков. М., Мир. 1990. – 600 с.
7. Бесков В.С., Моделирование каталитических процессов и реакторов. М., Химия. 1981. – 254 с.
8. Основы практической теории горения. Под редакцией В.В. Померанцева. Л., Энергоиздат. 1986. – 309 с.
9. Лукьянов А.Т., Артюх Л.Ю., Ицкова П.Г. Резонансное равновесие в задачах теории горения. Алма-Ата, Наука, 1989 –180 с.
10. Лукьянов А.Т., Ицкова П.Г., Вержбицкая И.С. Математическое моделирование каталитического окисления газовых смесей. - Алматы: Казак университеті, 2001. – 148 с.
11. Ицкова П.Г. Устойчивость стационарных состояний и резонансные явления при горении в непрерывном реакторе с катализатором // XIII Симпозиум по горению и взрыву (доклады), 7-11 февраля 2005, Российская академия наук, Черноголовка, 2005г., http://orel3.rsl.ru/nettext/russian/gor_i_vzr/content/Itskova.pdf.

Математическое и компьютерное моделирование атмосферных процессов и задач метеорологии

1. Дымников В.П. и др. Моделирование климата и его изменений. Москва: Мир, 2007 г.
2. Володин Е.М. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы. Курс лекций. Институт вычислительной математики РАН, 2007 г.
1. Mark Z. Jacobson Fundamentals of atmospheric modeling. Cambridge University press, 2005, 813p.
2. David G. Andrews. An Introduction to Atmospheric Physics, Cambridge University, 2010, 237 p.

Математическое и компьютерное моделирование нестационарных нелинейных физических процессов

1. Жумагулов Б.Т., Абдибеков У.С., Исахов А.А. Основы математического и компьютерного моделирования естественно-физических процессов. Алматы, «Қаза университеті», 2014. –208 с.
2. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкости. – М.: Мир, 1991. – Том 1, 2.
3. Иевлев В.М. Численное моделирование турбулентных течений. – М.: Наука, 1990. – 215 с.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. – М.: Гостехлитиздат, 1957.
5. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – М.: Мир, 1980.
6. Колльман В. Методы расчета турбулентных течений. – М.: Мир, 1984.
7. С.М. Ермаков, Г.А. Михайлов Статическое моделирование. – Издание второе, дополненное, 1982 г. – 294 с.
8. Hirsch C. Numerical computation of internal and external flows. V.1: Fundamentals and numerical discretization. John Wiley & Sons. 1988. 515 p.
9. Пейре Р., Тейлор Т.Д. Вычислительные методы в задачах механики жидкости. –Л.: Гидрометеиздат, 1986. 352 с.
10. Атмосферная турбулентность и моделирование распределения примесей // Под. ред. Ф. Т. М. Ньюстадта и Х. Ван Допа. Л.: Гидрометеиздат, 1985, 351 с.
11. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – Москва: Дрофа, 2003. – 840 с.

Современные методы математического моделирования

1. Жумагулов Б.Т., Абдибеков У.С., Исахов А.А. Основы математического и компьютерного моделирования естественно-физических процессов. Алматы, «Қаза университеті», 2014. –208 с.
2. Исахов А.А. Практикум по математическому и компьютерному моделированию физических процессов. Алматы, «Қаза университеті», 2015. –144 с.
3. Chung T. J. Computational Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 2002 – p. 1012.
4. Fletcher C.A. Computational Techniques for Fluid Dynamics. Vol 2: Special Techniques for Differential Flow Categories, Berlin: Springer-Verlag. -1988, – p. 485.
5. Марчук Г.И., Агошков В.И. Введение в проекционно-сеточные методы. - М: Наука, 1981.
6. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкости. – М: Мир, 1991. – Т.2 – 552 с.
7. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. М., Мир, 1980.

8. Chung T.J. Computational Fluid Dynamics. Cambridge university press. 2nd ed. 2010. 1034 p.
9. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. – М: Мир, 1990. Т.2, 392 с.

Дополнительные литературы:

Математическое и компьютерное моделирование химических процессов

1. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М., Высшая школа.1991. – 400 с.
2. Сполдинг Д.Б. Горение и массообмен. – М., Машиностроение, 1985. – 237 с.
3. Математическое моделирование каталитических реакторов. Сб. научных трудов. Новосибирск, Наука.1989, 260 с.

Математическое и компьютерное моделирование атмосферных процессов и задач метеорологии

1. А. Х. Хргиан. - М. : Изд-во МГУ, 1986. – 327
2. Douw G. Steyn, Introduction to Atmospheric Modelling, Cambridge University Press, 2015.
3. Марчук Г.И. Численные методы в прогнозе погоды.-Л.:Гидрометеиздат,1985. –290 с,
4. П.Н.Белов. Численные методы прогноза погоды.-Л.:Гидрометеиздат,1989. -392с.,
5. Госсард Э. Э., Хук У. Х. Волны в атмосфере. М: Мир, 1988.

Математическое и компьютерное моделирование нестационарных нелинейных физических процессов

1. Кароль И.Л., Розанов В.В., Тимофеев Ю.М., Гидрометеиздат Л. Газовые примеси в атмосфере, 1987
2. Белов П.Н., Борисенков Е. П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1989
3. Пененко В.В., Алоян А.Е. Модели и методы для задач охраны окружающей среды. –Новосибирск: Наука, 1985. – 256 с.
4. В.В.Пененко Методы численного моделирования атмосферных процессов.
5. Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. Том 1. Вычислительная математика. – М.: Наука, 2005.
6. М. Вайнберг Математическое моделирование процессов переноса. Решение нелинейных краевых задач. 2009 г.

Современные методы математического моделирования

1. Норри Д., де Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов. - М.: Мир, 1981.
2. Сьерле Ф. Метод конечных элементов для эллиптических задач. - М.: Мир, 1980.
3. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М: Наука, 1980.
4. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. - М: Наука, 1978.
5. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. М: Наука, 1987.
6. Пейре Р., Тейлор Т.Д. Вычислительные методы в задачах механики жидкости. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 352 с.