



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)



УТВЕРЖДАЮ

врио ректора ВГТУ

Д.К. Проскурин

2020 г.

Система менеджмента качества

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ  
ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ**

**«Моделирование и оптимизация рабочих процессов в энергетических  
системах газонефтепроводов»**

Направление подготовки: **21.04.01 "Нефтегазовое дело"**.  
Формы обучения: **очная, очно - заочная.**

Воронеж 2020



Программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 21.03.01 "Нефтегазовое дело", по дисциплинам, являющимся базовыми для обучения в магистратуре по направлению 21.04.01 "Нефтегазовое дело", программе "Моделирование и оптимизация рабочих процессов в энергетических системах газонефтепроводов".

## **I. Перечень элементов содержания, проверяемых на вступительном испытании**

### **Раздел 1. «Математическое моделирование» [1,5]**

#### **1. Моделирование как метод познания. Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием**

Цели и задачи моделирования. Натурные и абстрактные модели. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Понятие «математическая модель». Различные подходы к классификации математических моделей. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели. Внешние и внутренние характеристики математической модели.

#### **2. Численные методы решения скалярных уравнений**

Отделение корней. Приближенное вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления. Метод простой итерации численного решения уравнений. Условия сходимости итерационной последовательности. Практические схемы вычисления приближенного значения корня уравнения с заданной точностью методом простой итерации. Сходимость и устойчивость численного метода

#### **3. Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений**

Численные методы решения систем алгебраических уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод релаксации. Метод Гаусса. Метод  $LU$ -разложения. Решение систем линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений

#### **4. Аппроксимация и интерполирование функций**

Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функций конечным рядом Фурье. Линейная интерполяция. Кубические сплайны. Интерполяционный многочлен Лагранжа

#### **5. Нейросетевое моделирование**

Параллели из биологии. Базовая искусственная модель. Применение нейронных сетей. Сбор данных для нейронной сети. Пре/пост процессирование. Многослойный персептрон (MLP). Обучение многослойного персептрона. Алгоритм обратного распространения. Переобучение и обобщение. Отбор данных. Как обучается многослойный персептрон. Алгоритмы обучения



многослойного персептрона. Радиальная базисная функция. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть. Линейная сеть. Сеть Кохонена. Построение нейросетевых математических моделей. Универсальный нелинейный аппроксиматор. Построение моделей функционирования технических устройств. Принципы технической диагностики с использованием нейросетевых функциональных моделей. Метод взвешенных невязок на базе нейросетевых пробных функций. Оптимизация нейросетевых математических моделей

## **Раздел 2. «Гидродинамика и теплообмен» [2-4,6]**

### **1. Основные физические свойства жидкостей и газов**

Физическое строение жидкостей и газов. Основные физические свойства: сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоемкость, теплопроводность. Два режима движения жидкостей и газов

### **2. Основы кинематики. Силы, действующие в жидкостях**

Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности). Массовые и поверхностные силы. Напряжения поверхностных сил

### **3. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Модель идеальной (невязкой) жидкости**

Уравнения движения в напряжениях. Напряжения сил вязкости, обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения Эйлера

### **4. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения**

Закон изменения количества движения

### **5. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах**

Уравнение баланса энергии


### **6. Гидравлические машины и гидроаппараты.**

Гидравлические машины, их общая классификация и основные параметры. Динамические насосы: основные сведения, классификация. Гидродинамические передачи. Общие сведения о гидродинамических передачах. Объемные гидравлические насосы. Общие сведения об объемных гидравлических насосах. Общие свойства и классификация роторных насосов. Объемные гидравлические двигатели. Элементы управления гидравлическими приводами (гидроаппараты). Основные термины, определения и параметры. Следящие гидроприводы.

### **7. Техническая термодинамика**

Исследование энтальпийных и энтропийных диаграмм для процессов течения и дросселирования углеводородов.

### **8. Основные уравнения гидрогазодинамики**

	ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ
	ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ» НАПРАВЛЕНИЯ 21.04.01 "НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО"

Система дифференциальных уравнений в частных производных неразрывности, импульса и энергии. Принципы численного решения ДУЧП. Граничные и начальные условия. Сходимость, согласованность и устойчивость. Дискретизация и алгебраизация задачи. Составление модели. Проверка замкнутости модели. Идентификация модели. Разработка процедуры вычисления внутренних характеристик модели

**9. Движение вязкой несжимаемой жидкости. Simple- подобные алгоритмы. Одномерные течения газа. Адиабатическое и изотермическое течения**

Решение дифференциальных уравнений в частных производных с помощью построения разностных схем. Методы конечных элементов, методы взвешенных невязок (основные понятия). Явные, неявные разностные схемы. Метод маркеров и ячеек. Начальные и граничные условия. Развитие метода MAC. Решение системы уравнений Навье-Стокса для двумерных ламинарных изотермических течений вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для адиабатического течения идеального газа. Уравнение одномерного течения вязкого газа. Решения уравнения энергии для адиабатического и изотермического течений

**10. Турбулентные течения жидкости и газа. Моделирование турбулентности. Математическое моделирование неньютоновских жидкостей. Реологические уравнения**

Осреднение параметров при записи уравнений Рейнольдса. Турбулентные напряжения. Модели турбулентности. Модель Буссинеска. «Новая» теория Прандтля. Длина пути перемешивания. Турбулентный пограничный слой на пластине. Турбулентные течения в круглых трубах. Динамическая скорость турбулентного потока. Вывод формул Никурадзе и Альтшуля. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Степенная жидкость Освальда. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Модель Шведова-Бингама. Ламинарное течение неньютоновской степенной жидкости (система ДУЧП и метод решения)

**11. Инженерные методы расчета трубопроводного транспорта нефти и газа**

Трубопроводы, вставки, лупинги, отводы. Гидравлические характеристики работы насосов и насосных станций. Совместная работа НПС и трубопровода. Истечение жидкости из трубопровода при его повреждении. Неустановившиеся режимы работы трубопроводов. Перекачка высоковязких нефтей и нефтепродуктов с подогревом. Стационарные режимы работы простых и сложных трубопроводов

**II. Требования к уровню подготовки поступающего**

Поступающий должен:



*знать:* основную информацию, необходимую для построения математических моделей конкретных объектов нефтегазовой отрасли; основные математические модели, применяемые для описания трубопроводного транспорта углеводородов; типовые подходы к постановке и решению задач моделирования рабочих процессов в насосных агрегатах и газоперекачивающих агрегатах; основные этапы моделирования и оптимизации энергетического оборудования газонефтепроводов;

*уметь:* использовать приемы и методы интерактивного воздействия, исходя из тенденций развития профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей; самостоятельно овладевать знаниями и навыками их применения в профессиональной деятельности; оценивать неизбежные издержки в профессиональной деятельности; давать правильную самооценку, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков;

*владеть:* навыками формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей; планирования личного времени, саморазвития и самообразования, самостоятельной, творческой работы, умением организовать свой труд; способностью к самоанализу и самоконтролю, к самообразованию и самосовершенствованию, к поиску и реализации новых, эффективных форм организации своей деятельности.

### III. Критерии оценивания работ поступающих

Вступительное испытание в магистратуру проходит в виде письменного тестирования. Результаты тестирования оцениваются по 100-балльной шкале.

Каждый билет содержит 15 тестовых вопросов. Вопросы делятся по категориям сложности: 10 вопросов категории А (оцениваются по 5 баллов каждый) и 5 вопросов категории В (оцениваются по 10 баллов каждый). Суммарная оценка не превышает 100 баллов.

Продолжительность вступительного испытания – 2 академических часа (90 минут).

### IV. Примеры тестовых заданий

#### Задания категории А

1. Уравнение неразрывности выражает:
  - а) закон сохранения энергии;
  - б) закон сохранения массы;
  - в) закон сохранения количества движения;
  - г) закон идентичности линий тока и траекторий.



2. Метод бисекции предназначен для:
- решения нелинейных уравнений;
  - алгоритмизации статистических испытаний;
  - линейной оптимизации;
  - проверки качества расчетной сетки.

### Задания категории В

1. На стенке закрытого сосуда с жидкостью установлены манометр и вакуумметр. Показания каждого из них 2,45 кПа, а расстояние между ними 0,5 м. Какая из жидкостей находится в резервуаре?

- бензин;
- вода;
- ртуть;
- сжиженный природный газ.

2. По вертикальной трубе жидкость течет сверху вниз. Показания манометров, установленных на трубе, возрастают по ходу течения. Оцените величину гидравлического уклона:

- $i > 1$ ;
- $i < 1$ ;
- $i < 0$ ;
- $i = 1$ .

### V. Рекомендуемая литература

1. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Тарасик. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4324>.

2. Гливенко Е.В. Математическое моделирование в нефтегазовом деле: учеб. пособие. М.: ИЦ РГУ Нефти и газа, 2009. 172 с.

3. Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: учеб. пособие. М.: ИЦ РГУ Нефти и газа, 2012. 456 с.

4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учебник для вузов - М.: Энергоатомиздат, 2008. - 640 с

5. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2 т. М.: Мир, 1991.

6. Ю.А. Булыгин Математическое моделирование гидродинамических процессов в элементах проточной части нефтяного оборудования: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, Н.В. Заварзин, А.В. Кренинин. – ВГТУ. – Воронеж, 2013. – 219 с.