

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



**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**

А.И. Колосов

2025 г.

Система менеджмента качества

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

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

Направление подготовки: **21.04.01 Нефтегазовое дело**

Форма обучения: **очная, очно-заочная**

Воронеж 2025

	ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ
	ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ НАПРАВЛЕНИЯ 21.04.01 "НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО"

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».

## **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**

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:

	ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ
	ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ НАПРАВЛЕНИЯ 21.04.01 "НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО"

*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 овладеть 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 личностного 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;

	ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ
	ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ НАПРАВЛЕНИЯ 21.04.01 "НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО"

г) закон идентичности линий тока и траекторий.

	ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ
	ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ НАПРАВЛЕНИЯ 21.04.01 "НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО"

2. Метод бисекции предназначен для:
- а) решения нелинейных уравнений;
  - б) алгоритмизации статистических испытаний;
  - в) линейной оптимизации;
  - г) 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?

- а) бензин;
- б) вода;
- в) ртуть;
- д) сжиженный природный газ.

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

- а)  $i > 1$ ;
- б)  $i < 1$ ;
- в)  $i < 0$ ;
- г)  $i = 1$ .

### 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. Валухов, Н.В. Заварзин, А.В. Кренин. – ВГТУ. – Воронеж, 2013. – 219 с.