МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
и аэрокосмической техники
_____ Ряжских В.И.
«19» июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Численные методы расчета стационарных и нестационарных процессов в газонефтепроводах»

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело

Программа Моделирование и оптимизация рабочих процессов в энергетических системах газонефтепроводов

Квалификация (степень) выпускника магистр

Нормативный срок обучения 2 года / 2 года 4 мес.

Форма обучения очная/заочная

Автор программы к.т.н., доц. _____ / А.В. Ряжских /

Программа обсуждена на заседании кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки
«15» июня 2018 года Протокол № 18

Зав. кафедрой НГОТ,
д.т.н., профессор _____ / С.Г. Валюхов/

Руководитель ОПОП,
д.т.н., профессор _____ /С.Г. Валюхов/

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование компетенций, необходимых для научно-методического обоснования применения подходов к инженерной оценке стационарных и нестационарных процессов при транспортировании газообразных и жидких сред по трубопроводам в нефтегазовой промышленности, а также продуктов переработки.

1.2. Задачи освоения дисциплины

научиться формализовать физические постановки задач транспорта углеводородных сред по трубопроводам в математические модели в виде систем дифференциальных уравнений смешанного типа с постановкой начально-краевых условий;

приобрести практические навыки по линеаризации уравнений математических моделей и использования интегральных преобразований для получения конечных расчетных соотношений в условиях принятия идеализированных представлений о гидродинамической обстановке в составляющих элементах трубопроводного оборудования;

владеть на пользовательском уровне пакетом символьной математики Maple для проведения вычислительного анализа формулируемых математических моделей в виде задач Коши и начально-краевых условий;

уметь формировать матрицу планирования вычислительных экспериментов, синтезировать по ней регрессионное уравнение, а получаемые результаты подвергать физической интерпретации в контексте стационарных и нестационарных процессов переноса углеводородов в газонефтепроводах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Численные методы расчета стационарных и нестационарных процессов в газонефтепроводах» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Численные методы расчета стационарных и нестационарных процессов в газонефтепроводах» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности

ОПК-5 - способностью готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности

ПК-3 - способностью планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы

ПК-4 - способностью использовать профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов

ПК-5 - способностью проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок

Компетенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**
ОПК-1	*знать* основные формулировки оптимизационных задач трубопроводного транспорта в рамках математического программирования
	знать методы аппроксимации, интерполяции и экстраполяции экспериментальных данных
	знать перечень функционалов компьютерных платформ обеспечения задач вычислительной математики
	знать гносеологические подходы синтеза этапов моделирования при разработке математических моделей
	уметь осуществить постановку задачи и подготовить исходные данные для моделирования конкретного физического объекта системы транспорта углеводородов
ОПК-5	*уметь* формализовывать результаты вычислительных экспериментов
ПК-3	*уметь* применять методы оптимизации для решения задач трубопроводного транспорта углеводородов
	владеть навыками решения предметно-ориентированных постановок задач явлений переноса в трубопроводном транспорте углеводородов и оптимизировать параметрические характеристики процессов
ПК-4	*уметь* использовать среду Maple для моделирования процессов трубопроводного транспорта углеводородов
	владеть аналитическими, вероятностными и статическими методами обработки и интерпретации результатов вычислительных экспериментов для стационарных и нестационарных процессов в газонефтепроводах
ПК-5	*знать* предметно-ориентированную информацию,

	необходимую для построения математических моделей конкретных объектов систем транспорта углеводородов
	уметь осуществить постановку задачи и подготовить исходные данные для моделирования конкретного физического объекта системы транспорта углеводородов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Численные методы расчета стационарных и нестационарных процессов в газонефтепроводах» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	56	56
В том числе:		
Лекции	14	14
Лабораторные работы (ЛР)	42	42
Самостоятельная работа	88	88
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	 180 5	 180 5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	24	24
В том числе:		
Лекции	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	14	14
Самостоятельная работа	147	147
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	 180 5	 180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	**Введение в моделирование.**	Понятие математической модели. Классификация математических моделей. Состав математического описания. Алгоритм математического моделирования. Общие закономерности процессов. Общие материальные и энергетические балансы. Дифференциальные уравнения как инструмент моделирования. Применение операционного исчисления для решения дифференциальных уравнений. Основные свойства преобразования Лапласа. Понятие передаточной функции. Идея метода декомпозиции объекта.	4	8	14	26
2	**Моделирование явлений переноса.**	Модели структуры потоков и требования к ним. Численный расчет.	2	8	14	24
3	**Анализ модели идеального перемешивания.**	Физическая модель идеального перемешивания. Синтез математической модели идеального перемешивания. Анализ модели идеального перемешивания. Численный расчет.	2	8	14	24
4	**Анализ модели идеального вытеснения.**	Физическая модель идеального вытеснения. Синтез математической модели идеального вытеснения. Решение уравнения модели. Численный расчет.	2	6	14	22
5	**Диффузионная модель.**	Физические основы диффузионной модели. Синтез диффузионной модели. Решение уравнения диффузионной модели. Численный расчет.	2	6	16	24
6	**Комбинированные модели.**	Общая характеристика комбинированных моделей. Моделирование объекта, сочетающего параллельные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения. Моделирование объекта, сочетающего последовательно	2	6	16	24

		расположенные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения. Численный расчет.				
		Итого	**14**	**42**	**88**	**144**
заочная форма обучения						
№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	**Введение в моделирование.**	Понятие математической модели. Классификация математических моделей. Состав математического описания. Алгоритм математического моделирования. Общие закономерности процессов. Общие материальные и энергетические балансы. Дифференциальные уравнения как инструмент моделирования. Применение операционного исчисления для решения дифференциальных уравнений. Основные свойства преобразования Лапласа. Понятие передаточной функции. Идея метода декомпозиции объекта.	2	4	24	30
2	**Моделирование явлений переноса.**	Модели структуры потоков и требования к ним. Численный расчет.	2	2	24	28
3	**Анализ модели идеального перемешивания.**	Физическая модель идеального перемешивания. Синтез математической модели идеального перемешивания. Анализ модели идеального перемешивания. Численный расчет.	2	2	24	28
4	**Анализ модели идеального вытеснения.**	Физическая модель идеального вытеснения. Синтез математической модели идеального вытеснения. Решение уравнения модели. Численный расчет.	2	2	24	28
5	**Диффузионная модель.**	Физические основы диффузионной модели. Синтез диффузионной модели. Решение уравнения диффузионной модели. Численный расчет.	2	2	26	30
6	**Комбинированные модели.**	Общая характеристика комбинированных моделей. Моделирование объекта, сочетающего параллельные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения. Моделирование объекта, сочетающего последовательно расположенные зоны идеального перемешивания и идеального вы-	-	2	25	27

		теснения. Численный расчет.				
		Итого	**10**	**14**	**147**	**171**

5.2 Перечень лабораторных работ

Основы интерфейса Maple
Преобразование Лапласа
Передаточные функции
Модель идеального перемешивания.
Модель идеального вытеснения
Диффузионная модель.
Комбинированные модели

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 2 семестре для очной формы обучения, в 2 семестре для заочной формы обучения.

Тема курсовой работы: «Численный расчет нестационарных процессов в каналах различной геометрии».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

• разработка методов численного моделирования для решения стационарных задач в газонефтепроводах;

• вычислительный эксперимент на основе сложной системы в виде последовательного соединения каналов;

• анализ модели в виде графиков в электронной среде Maple для нестационарных задач.

Курсовая работа включает в себя расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**	**Критерии оценивания**	**Аттестован**	**Не аттестован**
ОПК-1	*знать* основные формулировки оптимизационных задач трубопроводного транспорта в рамках математического программирования	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	уметь осуществить постановку задачи и подготовить исходные данные для моделирования конкретного физического объекта системы транспорта углеводородов	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-5	*уметь* формализовывать результаты вычислительных экспериментов	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	*уметь* применять методы оптимизации для решения задач трубопроводного транспорта углеводородов	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками решения предметно-ориентированных постановок задач явлений переноса в трубопроводном транспорте углеводородов и оптимизировать параметрические характеристики процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	*уметь* использовать среду Maple для моделирования процессов трубопроводного транспорта углеводородов	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть аналитическими, вероятностными и статическими методами обработки и интерпретации результатов вычислительных экспериментов для стационарных и нестационарных процессов в газонефтепроводах	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	*знать* предметно-ориентированную информацию, необходимую для построения математических моделей конкретных объектов систем транспорта углеводородов	Активная работа на практических занятиях, на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществить постановку задачи и подготовить исходные данные для моделирования конкретного физического объекта системы транспорта углеводородов	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семест-

ре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**	**Критерии оценивания**	**Отлично**	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неудовл.**
ОПК-1	*знать* основные формулировки оптимизационных задач трубопроводного транспорта в рамках математического программирования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществить постановку задачи и подготовить исходные данные для моделирования конкретного физического объекта системы транспорта углеводородов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-5	*уметь* формализовывать результаты вычислительных экспериментов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	*уметь* применять методы оптимизации для решения задач трубопроводного транспорта углеводородов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками решения предметно-ориентированных постановок задач явлений переноса в трубопроводном транспорте углеводородов и оптимизировать параметрические характеристики процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	*уметь* использовать среду Maple для моделирования процессов трубопроводного транспорта углеводородов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные от-	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

			веты	задачах		
	владеть аналитическими, вероятностными и статическими методами обработки и интерпретации результатов вычислительных экспериментов для стационарных и нестационарных процессов в газонефтепроводах	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	*знать* предметно-ориентированную информацию, необходимую для построения математических моделей конкретных объектов систем транспорта углеводородов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществить постановку задачи и подготовить исходные данные для моделирования конкретного физического объекта системы транспорта углеводородов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Вычисление значений таблично заданной функции за пределами диапазона значений аргумента, отраженного в таблице называется:

а) экстраполяция;
б) интерполяция;
в) метод прогонки;
г) метод конечных элементов.

2. Локальная оценка метода Рунге-Кутты 4-го порядка точности имеет вид:

а) $|r| \le Ch^3$;
б) $|r| \le Ch^2$;
в) $|r| < Ch^5$;
г) $|r| \le Ch^4$.

3. Метод Рунге-Кутта

а) одношаговый метод;
б) n-шаговый метод;
в) i-шаговый метод;
г) многошаговый метод.

4. Правильное определение науки «Гидравлика»: гидравлика - это…

а) часть механики, изучающая законы равновесия и движения жидкостей (газов)

б) раздел механики твердого тела, изучающий законы равновесия и движения жидкостей (газов)

в) раздел физики сплошной среды, изучающий законы равновесия и движения идеальных и реальных жидкостей

г) наука, изучающая законы равновесия и движения жидкостей и способы приложения этих законов к решению задач инженерной практики

5. Сжимаемостью жидкости называют свойство жидкости…

а) изменять свое состояние (переход из жидкого в газообразное состояние) с изменением объема при постоянном давлении

б) изменять свой объем при изменении давления

в) сохранять свой объем при изменении температуры

г) оказывать сопротивление относительному сдвигу слоев при изменении объема

6. Существуют следующие режимы движения жидкости…

а) струйчатый и пузырьковый

б) входной и выходной

в) прямо и кривоструйный

г) ламинарный и турбулентный

7. Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как…

а) континуум, непрерывная сплошная среда

б) среда, имеющая разрывы и пустоты

в) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты

г) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении

8. Модельные жидкости в «Гидравлике» применяют для…

а) упрощения строения жидкости

б) облегчения применения уравнений механики

в) усложнения теории механики жидкости

г) усложнения строения жидкости

9. При установившемся движении скорость частицы жидкости зависит…

а) только от времени

б) от времени и координат

в) только от координат

г) от ординаты X и времени

10. Необходимый напор в начале магистрали (или высота водонапорной башни) при расчете сложного разветвленного незамкнутого трубопровода в случае горизонтальной местности определяется как…

а) сумма потерь на всех участках магистрали и необходимого свободного напора в конце магистрали

б) сумма всех потерь на участках магистрали

в) сумма всех местных потерь

г) сумма всех потерь на участках магистрали и боковых ответвлений

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Если последовательные значения функции, являющейся решением задачи Коши для дифференциального уравнения y′=f(x,y) с начальными условиями y (x_0) = y_0 , $x=x_0$, находятся по методу Эйлера $y_{k+1} = y_k + hf(x_k, y_k)$, то y_1 , определяемая уравнением $y' = x + y$, при $y_0 = 1, x_0 = 0$ и шаге h=0,1 равно:

а) 1,1;
б) 2;
в) 1,2;
г) 1,3.

2. Методом Эйлера для дифференциального уравнения y′=y-x с начальным условием $x_0 = 0; y_0 = 1{,}5$ на отрезке [0;1,5] при h=0,25 y_2 равно:

а) 2;
б) 2,28125;
в) 1,45;
г) 4,75275.

3. При интегрировании методом Эйлера дифференциального уравнения y′=y-x с начальным условием $x_0 = 0, y_0 = 1{,}5$ на отрезке [0;1,5] при h=0,25 $\Delta\ y_2$ равно:

а) 0,406;
б) 0,25;
в) 0,375;
г) 0,445.

4. Приближенное значение интеграла $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ при n=4, вычисленное по формуле трапеции, равно:

а) 0,783;
б) 0,5;
в) 0,645;
г) 0,812.

5. Приближенное значение интеграла $\int_0^5 xdx$ (полагая n=5), вычисленное по формуле левых прямоугольников, равно:

а) 15;
б) 5;
в) 12,5;
г) 10.

6. Используя метод левых прямоугольников вычислен определенный интеграл $\int_1^9 \frac{dx}{x+2}$ (полагая n=4), который приблизительно равен:

а) 1,5744;
б) 1,6024;
в) 1,1053;
г) 1,7845.

7. Интерполяционный многочлен Лагранжа для функций, заданной таблично

x	1	2	3	5

y	1	5	14	81

равен:

а) $L_3(x) = x^3-2x^2+3x-1;$

б) $L_4(x) = x^4-2x^3+3x^2+5x;$

в) $L_3(x) = x^3+2x^2+3x+5;$

г) $L_4(x) = 5x^4 - 14x^3+81x^2+1.$

8. Конечная разность первого порядка Δy_0 функция y = x²+x+3 при начальном значении x_0=0 и шаге h=1 равна:

а) -2;
б) 3;
в) 1;
г) 2.

9. По таблице значений функции

x	0	1	2
y	3	5	8

составлена таблица конечных разностей:

x	y	Δy	Δ²y
0	3		
		2	
1	5		1
		3	
2	8		

Тогда приближенное значение производной функции f ´(x) = $\frac{1}{h}\left(\Delta y_0 + \frac{2t-1}{2}\Delta^2 y_0 + \ldots\right)$, где $t = \frac{x-x_0}{h}$, в точке x=0,5 , равно

а) 2;
б) 3;
в) 1;
г) 4.

10. Интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблицей значений

x	1	3	4
f(x)	12	4	6

имеет вид:

а) $L_3(x) = x^3+3x^2+4;$

б) $L_3(x) = 12x^3+4x^2+6x;$

в) $L_2(x) = 2x^2-12x+22;$

г) $L_2(x) = x^2-4x+10.$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Точка присоединения открытого пьезометра заглублена на 4 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 1,3 атм. Тогда высота подъема воды в открытом пьезометре равна … м.

а) 3

б) 7

в) 17

г) 4

2. Смоченный периметр для полукруглого живого сечения с радиусом 0,4 м равен… м

а) 1,256

б) 2,512

в) 0,628

г) 0,314

3. Приблизительная сила избыточного гидростатического давления в закрытом сосуде на вертикальную прямоугольную стенку, заглубленную по верхнюю кромку равна … кН. При условии, что высота стенки 2 м, а ширина 8 м. Поверхностное избыточное давление составляет 50кПа.

а) 900

б) 160

в) 960

г) 1120

4. Два открытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 100 мм (расходная характеристика К = 53,9 л/с). Если перепад уровней в баках составляет 2,5 м, а длина его 25 м, то расход жидкости в трубе равен… л/с

а) 17,05

б) 34,1

в) 26

г) 2,6

5. Точка присоединения открытого пьезометра заглублена на 4 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 1,3 атм. Тогда высота подъема воды в открытом пьезометре равна … м.

а) 3

б) 7

в) 17

г) 4

6. Смоченный периметр для полукруглого живого сечения с радиусом 0,4 м равен… м

а) 1,256

б) 2,512

в) 0,628

г) 0,314

7. Приблизительная сила избыточного гидростатического давления в закрытом сосуде на вертикальную прямоугольную стенку, заглубленную по верхнюю кромку равна … кН. При условии, что высота стенки 2 м, а ширина 8 м. Поверхностное избыточное давление составляет 50кПа.

а) 900

б) 160

в) 960

г) 1120

8. Два открытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 100 мм (расходная характеристика К = 53,9 л/с). Если перепад уровней в баках составляет 2,5 м, а длина его 25 м, то расход жидкости в трубе равен… л/с

а) 17,05

б) 34,1

в) 26

г) 2,6

9. Точка присоединения открытого пьезометра заглублена на 4 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 1,3 атм. Тогда высота подъема воды в открытом пьезометре равна … м.

а) 3

б) 7

в) 17

г) 4

10. Смоченный периметр для полукруглого живого сечения с радиусом 0,4 м равен… м

а) 1,256

б) 2,512

в) 0,628

г) 0,314

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Понятие математической модели.
2. Классификация математических моделей.
3. Состав математического описания.
4. Алгоритм математического моделирования.
5. Общие закономерности процессов.
6. Общие материальные и энергетические балансы.
7. Дифференциальные уравнения как инструмент моделирования.
8. Применение операционного исчисления для решения дифференциальных уравнений.
9. Основные свойства преобразования Лапласа.
10. Понятие передаточной функции.
11. Идея метода декомпозиции объекта.
12. Модели структуры потоков и требования к ним.
13. Физическая модель идеального перемешивания.
14. Синтез математической модели идеального перемешивания.
15. Анализ модели идеального перемешивания.
16. Физическая модель идеального вытеснения.
17. Синтез математической модели идеального вытеснения.
18. Решение уравнения модели идеального вытеснения.
19. Физические основы диффузионной модели.

20. Синтез диффузионной модели.
21. Решение уравнения диффузионной модели.
22. Общая характеристика комбинированных моделей.
23. Моделирование объекта, сочетающего параллельные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения.
24. Моделирование объекта, сочетающего последовательно расположенные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	**Введение в моделирование.**	ОПК-1, ОПК-5, ПК -3, ПК-4, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ
2	**Моделирование явлений переноса.**	ОПК-1, ОПК-5, ПК -3, ПК-4, ПК-5	Тест
3	**Анализ модели идеального перемешивания.**	ОПК-1, ОПК-5, ПК -3, ПК-4, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ, курсовая работа
4	**Анализ модели идеального вытеснения.**	ОПК-1, ОПК-5, ПК -3, ПК-4, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ, курсовая работа
5	**Диффузионная модель.**	ОПК-1, ОПК-5, ПК -3, ПК-4, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ, курсовая работа
6	**Комбинированные модели.**	ОПК-1, ОПК-5, ПК -3, ПК-4, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ, курсовая работа

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы: Учеб. пособие. - 6-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 636 с.: - (Классический университетский учебник).

2. Численные методы в инженерных задачах : Учеб. пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 223 с.

3. Буслов В.А. Пакеты прикладных математических программ [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Электрон. дан. (1 файл :8,43 Мбайт). - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2006.

4. Спецглавы математики. Численные методы с приложениями к задачам газогидродинамики. Теория вероятностей и элементы математической статистики: учеб. пособие. / Ряжских В.И., Бырдин А.П., Сидоренко А.А.- Воронеж, ВГТУ, 2017. 252 с.

5. Голоскоков, Д.П. Курс математической физики с использованием пакета Maple [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.П. Голоскоков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. 576 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com /book/67461

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при

осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Электронная информационно-образовательная среда университета http://eios.vorstu.ru

2. Консультирование посредством электронной почты

3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий

4. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7; Microsoft Office 2007 (или более поздняя версия); Лицензия Maple (Лиц. № 64456878 ВГТУ)

5. Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (электронный каталог научно-технической библиотеки): http://catalog.vorstu.ru/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=vgtu_lib

6. Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ с компьютеров ВУЗа) http://e.lanbook.com

7. Информационно-аналитическая система SCINCE INDEX http://elibrary.ru/

8. Федеральный портал «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: Молчанова Л.А. Введение в Maple / http://window.edu.ru/resource/013/63013

9. Образовательный математический сайт *EXPonenta.ru* http://old.exponenta.ru/SOFT/MAPLE/MAPLE.asp

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения ряда лекционных и практических занятий по дисциплине необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер или ноутбук с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

Для освоения дисциплины имеются специализированные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием.

Для лабораторных занятий используется компьютерный класс лаборатории гидравлики (учебный класс АО «Турбонасос») или другой компьютерный класс базовой кафедры.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Численные методы расчета стационарных и нестационарных процессов в газонефтепроводах» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излага-

ются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.