

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Самарский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по учебной работе СамГТУ

*Д.А. Деморенский*  
 «06» мая 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.4.2 Методы теории подобия и размерности в ТТУ**

*(указывается шифр и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело  
*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Квалификация (степень) выпускника Магистр

Магистерская программа Трубопроводный транспорт углеводородов

Форма обучения Очная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Выпускающая кафедра Трубопроводный транспорт  
*(название)*


Кафедра-разработчик рабочей программы Трубопроводный транспорт  
*(название)*

| Семестр      | Трудо-<br>емкость,<br>час./з.е. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежуточного<br>контроля (зачет,<br>экзамен, КР, КП) | Контактная работа,<br>час. |                    |
|--------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|----------------------------|--------------------|
|              |                                 |                 |                              |                             |              |   | аудитор-<br>ная            | внеаудитор-<br>ная |
| 2            | 144/4                           | 18              | 18                           | -                           | 108          | Экзамен, КР   | 36                         | 4                  |
| <b>Итого</b> | <b>144/4</b>                    | <b>18</b>       | <b>18</b>                    | <b>-</b>                    | <b>108</b>   | Экзамен, КР   | <b>36</b>                  | <b>4</b>           |

Самара  
 2015

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело, утвержденный 30.03 2015г. №297, Приказом Минобрнауки России от 19 декабря 2013 г. №1367 «Об утверждении порядка организации осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» и учебного плана СамГТУ. *Протокол №10 от 24.04.2015г*

Составители рабочей программы:  
к.ф.-м.н., доцент каф. ТТ  
(должность, ученое звание, степень)


  
(подпись)  
27.04.2015г  
(дата)

Шацкая Л.А.  
(ФИО)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

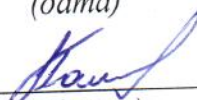
Трубопроводный транспорт  
зав. кафедрой-разработчиком

от 27.04.2015г протокол № 9

  
(подпись)  
27.04.2015г  
(дата)

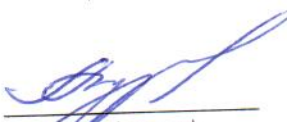
Тян В.К.  
(ФИО)

Эксперт методической комиссии по  
УГНП

  
(подпись)  
28.04.2015г  
(дата)


Гашенко А.А.  
(ФИО)

Председатель методического совета  
НТФ

  
(подпись)  
29.04.2015г  
(дата)


Чуркина А.Ю.  
(ФИО)

Декан НТФ

  
(подпись)  
30.04.2015г  
(дата)

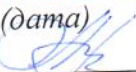
Тян В.К.  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:  
Зав. выпускающей кафедрой

  
(подпись)  
30.04.2015г  
(дата)

Тян В.К.  
(ФИО)

Начальник УВО

  
(подпись)  
05.05.2015г  
(дата)

Лукьянова А.Н.  
(ФИО)

## СОДЕРЖАНИЕ

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Требования к результатам освоения дисциплины   | 4  |
| 2.   | Место дисциплины в структуре ОПОП  | 5  |
| 3.   | Структура и содержание дисциплины  | 7  |
| 3.1. | Структура дисциплины   | 7  |
| 3.2. | Содержание дисциплины  | 8  |
| 4.   | Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине   | 10 |
| 5.   | Образовательные технологии   | 10 |
| 6.   | Формы контроля освоения дисциплины   | 11 |
| 6.1. | Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины                             | 11 |
| 6.2. | Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине | 11 |
| 7.   | Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины                                      | 12 |
| 7.1. | Перечень основной и дополнительной учебной литературы  | 12 |
| 7.2. | Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»                             | 12 |
| 8.   | Материально-техническое обеспечение дисциплины   | 13 |
|      | Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины  | 14 |
|      | Приложение 1. Аннотация рабочей программы  | 15 |
|      | Приложение 2. Методические указания к самостоятельной работе обучающихся                         | 16 |
|      | Приложение 3. Фонд оценочных средств дисциплины  | 21 |
|      | Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины                       | 29 |

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты освоения ОПОП магистратуры определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личностные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица 1

| Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина* |  | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**   |
|---|--|---|
| ПК-1  | Способностью оценивать перспективы и возможности использования достижений научно-технического прогресса в инновационном развитии отрасли, предлагать способы их реализации | <p><b>Знать:</b> теоретические основы теории размерности и моделирования физических процессов, методики инженерных расчетов трубопроводного транспорта углеводородов,<br/>Шифр: З (ПК-1) -1<sup>2</sup></p> <p><b>Уметь:</b><br/>применять методы теории размерности и моделирования физических процессов для решения конкретных задач<br/>Шифр: У (ПК-1) -1<sup>2</sup></p> <p><b>Владеть:</b><br/>навыками решения конкретных задач теории размерности и моделирования физических процессов,<br/>Шифр: В (ПК-1) -1<sup>2</sup></p>  |
| ПК-4  | Способностью использовать профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов                              | <p><b>Знать:</b><br/>Сущность и основные особенности современных методик и методов при анализе объектов ТТ углеводородов. Типовые методики теории подобия. Принципы выбора и аналитические возможности использования современных методик и методов в проведении аналитических экспериментов и испытаний объектов ТТ<br/>Шифр: З (ПК-4) -1<sup>2</sup></p> <p><b>Уметь:</b><br/>Проводить обработку данных анализа объектов трубопроводного транспорта углеводородов. Вести математическую обработку характеристик объектов трубопроводного транспорта и анализировать получаемые результаты<br/>Шифр: У (ПК-4) -1<sup>2</sup></p> <p><b>Владеть:</b><br/>Способами представления данных анализа объектов трубопроводного транспорта углеводородов. Видами документации для трубопроводного транспорта углеводородов<br/>Шифр: В (ПК-4) -1<sup>2</sup></p> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Методы теории подобия и размерности в ТТУ относится к вариативной части блока 1, учебного плана.

Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих профессиональные компетенции:

Таблица 2.

| №                | Наименование компетенции   | Предшествующие дисциплины   | Последующие дисциплины   |
|------------------|--|---|--|
| Профессиональные |  |   |  |
| 1                | ПК-1 Способностью оценивать перспективы и возможности использования достижений научно-технического прогресса в инновационном развитии отрасли, предлагать способы их реализации. | Технологические процессы трубопроводного транспорта углеводородов | Технологические процессы трубопроводного транспорта углеводородов; Ресурсосберегающие технологии в нефтепродуктообеспечении и газоснабжении; Промышленная безопасность трубопроводных систем |
| 2                | ПК-4 Способностью использовать профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов.                              | Технологические процессы трубопроводного транспорта углеводородов | Технологические процессы трубопроводного транспорта углеводородов; Проектирование и эксплуатация морских нефтегазопроводов; Оценка и анализ рисков; Преддипломная практика                   |

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕТ), 144 академических часов.

##### Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                  | Всего часов | Семестры   |
|---|-------------|------------|
|   |             | 2          |
| <b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>         | <b>36</b>   | <b>36</b>  |
| в том числе: лекции                                 | 18          | 18         |
| практические занятия(ПЗ)                            | 18          | 18         |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>               | <b>108</b>  | <b>108</b> |
| в том числе: <b>контактная внеаудиторная работа</b> | 4           | 4          |
| курсовой проект (работа)                            | 24          | 24         |
| подготовка к практическим занятиям                  | 22          | 22         |
| самостоятельное изучение теоретического материала   | 20          | 20         |
| подготовка к экзамену                               | 20          | 20         |
| экзамен   | 18          | 18         |
| <b>ИТОГО:</b>                                       | <b>144</b>  | <b>144</b> |
|   | час.        |            |
|   | <b>4</b>    | <b>4</b>   |
|   | з.е.        |            |
|   | <b>4</b>    | <b>4</b>   |

##### Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 4

| № модуля образовательной программы* | № раздела | Наименование раздела дисциплины                                | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы |                      |                     |            |             |
|-------------------------------------|-----------|--|---|----------------------|---------------------|------------|-------------|
|                                     |           |  | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС        | Всего часов |
|                                     | 1         | Теория размерности   | 4   | 6                    | -                   | 18         | 28          |
|                                     | 2         | Физическое моделирование процессов трубопроводного транспорта  | 8   | 6                    | -                   | 22         | 36          |
|                                     | 3         | Размерность и подобие в математическом моделировании процессов | 6   | 6                    | -                   | 26         | 38          |
|                                     | 1-3       | Курсовая работа  | -   | -                    | -                   | 24         | 24          |
|                                     | 1-3       | Подготовка к экзамену  | -   | -                    | -                   | 18         | 18          |
| <b>ИТОГО:</b>                       |           |  | <b>18</b>                                     | <b>18</b>            | <b>-</b>            | <b>108</b> | <b>144</b>  |

### 3.2. Содержание дисциплины

#### Лекционный курс

Таблица 5

| № лекции | Номер раздела | Тема лекции и перечень дидактических единиц*   | Трудоемкость, часов |
|----------|---------------|--|---------------------|
| 1        | 1             | <b>Тема 1.1. Основные понятия теории размерности</b><br>Размерные и безразмерные величины. Первичные и вторичные единицы измерения. Формула размерности, ее доказательство.  | 2                   |
| 2        | 1             | <b>Тема 1.2. Теоремы теории размерности</b><br>Центральная теорема теории размерности. Размерно-зависимые и размерно-независимые величины. П-теорема Бункина.  | 2                   |
| 3        | 2             | <b>Тема 2.1. Подобие явлений</b><br>Подобие явлений и сущность моделирования. Критерии подобия   | 2                   |
| 4        | 2             | <b>Тема 2.2. Моделирование течения вязкой жидкости в трубопроводе.</b><br>Течение несжимаемой жидкости в трубе, на установке размеры которой уменьшены по сравнению с натурой  | 2                   |
| 5        | 2             | <b>Тема 2.3. Моделирование самотечного течения жидкости.</b><br>Определение глубины заполнения сечения трубы жидкостью при известном расходе.  | 2                   |
| 6        | 2             | <b>Тема 2.4. Критерии подобия при работе центробежных насосов.</b><br>Определение характеристики насоса при изменении диаметра рабочего колеса и числа оборотов.   | 2                   |
| 7        | 3             | <b>Тема 3.1. Математическое моделирование.</b><br>Возникновение критериев подобия в уравнениях математической модели   | 2                   |
| 8        | 3             | <b>Тема 3.2. Одномерное неустановившееся течение слабо сжимаемой жидкости в трубопроводе.</b><br>Скорость распространения волн давления. Число Маха, число Струхали  | 2                   |
| 9        | 3             | <b>Тема 3.3. Моделирование процесса смесеобразования при последовательной перекачке нефтепродуктов.</b><br>Свойство аддитивности объема жидкости. Модель смесеобразования. Константа Кармана. Закон продольного перемешивания. | 2                   |
| Итого:   |               |  | 18                  |

## Практические занятия

Таблица 6

| № занятия     | Номер раздела | Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц   | Трудоемкость, часов |
|---------------|---------------|--|---------------------|
| 1             | 1             | <b>Применение формулы размерности. Построение безразмерных комплексов.</b><br>Основные и производные единицы измерения. Размерность величин. Применение формулы размерности при переходе из в другую систему единиц.         | 2                   |
| 2             | 1             | <b>Применение П-теоремы Букингема.</b><br>Инвариантность физической закономерности. Определение максимального число размерно-независимых величин.  | 2                   |
| 3             | 1             | <b>Доказательство П-теоремы Букингема.</b><br>Используя П-теорему, записать зависимость в безразмерном виде и выяснить, сколько существенных параметров ее определяет.   | 2                   |
| 4             | 2             | <b>Течения вязкой жидкости в трубопроводе.</b><br>Выбор параметров установки и режима течения жидкости в соответствии с критериями подобия.  | 2                   |
| 5             | 2             | <b>Истечение жидкости из цистерны.</b><br>Исследование зависимости времени истечения от жидкости от параметров жидкости и цистерны.  | 2                   |
| 6             | 2             | <b>Пересчет характеристики центробежных насосов</b><br>Дифференциальный напор насоса. Пересчет характеристик центробежного насоса.   | 2                   |
| 7             | 3             | <b>Применение критериев подобия в уравнениях математической модели.</b><br>Построение системы алгебраических или дифференциальных уравнений с начальными и краевыми условиями. Выполнение обезразмеривания уравнений модели. | 2                   |
| 8             | 3             | <b>Уравнение продольного перемешивания.</b><br>Построение математической модели, описывающей процесс смесеобразования в трубопроводе при вытеснения одной жидкостью другой.  | 2                   |
| 9             | 3             | <b>Автомодельные решения.</b><br>Определение длины и объема смеси при последовательной перекачке продуктов с известными характеристиками.  | 2                   |
| <b>ИТОГО:</b> |               |  | <b>18</b>           |

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.



## Самостоятельная работа студента

Таблица 7.

| Раздел дисциплины | № п/п | Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц  | Трудоемкость, часов |
|-------------------|-------|--|---------------------|
| 1                 | 1.1   | <b>Подготовка к практическому занятию № 1.</b><br>Основные и производные единицы измерения. Размерность величин. Применение формулы размерности при переходе из в другую систему единиц.   | 4                   |
|                   | 1.2   | <b>Подготовка к практическому занятию № 2.</b><br>Инвариантность физической закономерности. Определение максимального число размерно-независимых величин.  | 4                   |
|                   | 1.3   | <b>Подготовка к практическому занятию № 3.</b><br>Используя П-теорему, записать зависимость в безразмерном виде и выяснить, сколько существенных параметров ее определяет.   | 4                   |
|                   | 1.4   | <b>КСР (консультации по курсовой работе)</b>   | 1                   |
|                   | 1.5   | <b>Самостоятельное изучение теоретического материала</b><br>Основные понятия, термины и определения теории подобия и моделирования. Виды подобия и виды моделей. Определение понятия размера, значения, числового значения и размерности физической величины, уравнения связи, безразмерной величины, системы физических величин. Содержание трех теорем подобия. Перечислите способы определения критериев подобия. | 5                   |
| <b>Итого</b>      |       |  | 18                  |
| 2                 | 2.1   | <b>Подготовка к практическому занятию № 4.</b><br>Выбор параметров установки и режима течения жидкости в соответствии с критериями подобия.  | 5                   |
|                   | 2.2   | <b>Подготовка к практическому занятию № 5.</b><br>Исследование зависимости времени истечения от жидкости от параметров жидкости и цистерны.  | 5                   |
|                   | 2.3   | <b>Подготовка к практическому занятию № 6.</b><br>Дифференциальный напор насоса. Пересчет характеристик центробежного насоса.  | 5                   |
|                   | 2.4   | <b>КСР (консультации по курсовой работе)</b>   | 2                   |
|                   | 2.5   | <b>Самостоятельное изучение теоретического материала</b><br>Сущность геометрического, кинематического и динамического подобия потоков. Анализ размерностей физических величин для проверки формул и уравнений, полученных в ходе теоретических выводов. Использование анализа размерностей для установки функциональных связей между физическими величинами.   | 5                   |
| <b>Итого</b>      |       |  | 22                  |
| 3                 | 3.1   | <b>Подготовка к практическому занятию № 7.</b><br>Построение системы алгебраических или дифференциальных уравнений с начальными и краевыми условиями. Выполнение обезразмеривания уравнений модели.  | 5                   |
|                   | 3.2   | <b>Подготовка к практическому занятию № 8.</b>   | 5                   |

|                              |  |  |            |
|------------------------------|--|--|------------|
|                              |  | Построение математической модели, описывающей процесс смесеобразования в трубопроводе при вытеснения одной жидкостью другой.   |            |
| 3.3                          |  | <b>Подготовка к практическому занятию № 9.</b><br>Определение длины и объема смеси при последовательной перекачке продуктов с известными характеристиками.   | 5          |
| 3.4                          |  | <b>КСР (консультации по курсовой работе)</b>   | 1          |
| 3.5                          |  | <b>Самостоятельное изучение теоретического материала</b><br>Нахождение критериев подобия объектов путем анализа размерностей, характеризующих подобные объекты. Подобие потоков жидкостей. Физический смысл критериев подобия. Определение критерия подобия и поясните метод их получения из анализа дифференциальных уравнений. Различие между определяемыми и определяющими критериями подобия. Физический смысл критериев гидродинамического и теплового подобия. Методика определения критериев подобия. | 10         |
| <b>Итого</b>                 |  |  | 26         |
| <b>Курсовая работа</b>       |  |  | 24         |
| <b>Подготовка к экзамену</b> |  |  | 18         |
| <b>ВСЕГО ЧАСОВ:</b>          |  |  | <b>108</b> |

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **Форма представления исходного материала для выполнения курсовой работы**

Тематика курсовой работы: «Физическое моделирование».

Студентам выдается индивидуальное задание на курсовую работу. В задании варьируется физические процессы и явления, условия их протекания, свойства вещества.

Методические указания в т.ч. для самостоятельной работы обучающихся и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приводятся в Приложении 2 и Приложении 3 к рабочей программе.

#### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Интерактивные образовательные технологии, учебным планом не предусмотрено.

#### **6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине, в форме оценки работы на практических занятиях.

##### **6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы) и защиты курсовой работы.

### 6.2.1. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Сформулируйте основные понятия, термины и определения теории подобия и моделирования;
2. Виды подобия и виды моделей;
3. Дайте определение понятия размера, значения, числового значения и размерности физической величины;
4. Дайте определение понятия уравнения связи, безразмерной величины, системы физических величин;
5. Сформулируйте теоремы подобия;
6. Объясните содержание трех теорем подобия.
7. Сущность метода анализа размерностей и его применения;
8. Перечислите способы определения критериев подобия;
9. Сущность геометрического, кинематического и динамического подобия потоков;
10. Сформулируйте критерии динамического подобия и критерии подобия центробежных насосов;
11. Этапов математического моделирования.
12. Анализ размерностей физических величин для проверки формул и уравнений, полученных в ходе теоретических выводов;
14. Использование анализа размерностей для установки функциональных связей между физическими величинами;
15. Нахождение критериев подобия объектов путем анализа размерностей, характеризующих подобные объекты;
16. Применение теоремы подобия для установления подобия объектов;
17. Подобие потоков жидкостей;
18. Физический смысл критериев подобия
19. Дайте определение критерия подобия и поясните метод их получения из анализа дифференциальных уравнений.
20. Объясните различие между определяемыми и определяющими критериями подобия.
21. Укажите физический смысл критериев гидродинамического и теплового подобия.
22. Методика установления подобия объектов
23. Методика пересчета параметров подобных центробежных насосов
24. Методика определения критериев подобия
25. Объясните практическое осуществление и методы моделирования.

## 6.2.2. Состав выполнения разделов курсовой работы

Курсовая работа связана с изучением научной, учебной, нормативной и другой литературы и с выполнением необходимых расчетов.

Тематика курсовой работы – «Физическое моделирование» – определяется общей направленностью подготовки магистра. Обязательным элементом курсовой работы является расчетно-пояснительная записка. Расчетно-пояснительная записка включает такие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- обсуждение полученных результатов;
- заключение (выводы);
- список использованной литературы и нормативных источников.

Графическая часть курсовой работы включает в себя эскизы оборудования, диаграммы, принципиальные схемы.

Задание на курсовую работу выдается преподавателем, ведущим данную дисциплину.

Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения промежуточной аттестации, а также методические указания для проведения промежуточной аттестации приводятся в Приложении 3 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 10

#### Основная литература

| № п/п | Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)   | Ресурс НТБ СамГТУ  |
|-------|---|--|
| 1     | <a href="#">Цивинский, Д. Н.</a> Приложение метода возмущений к исследованию структуры потоков в аппаратах подготовки и транспорта нефти и газа [Текст] : учеб. пособие / Д. Н. Цивинский ; Самар.гос.техн.ун-т. - 5-е изд., испр. . - Самара : [б. и.], 2012. - 211 с. | НТБ СамГТУ   |
| 2     | Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. Учебное пособие. М.: Изд. центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. – 456 с.  | Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина |

#### Дополнительная литература

| № п/п | Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)   | Ресурс НТБ СамГТУ |
|-------|---|-------------------|
| 1     | Тугунов П.И. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. – 655 с. – ISBN 978-5-94423-1 55-0 | НТБ СамГТУ        |

#### Периодические издания

1. Журнал «Нефть России»
2. Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки».
3. Журнал «Газовая промышленность».
4. Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение».

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://www.scopus.com> – Поисковая система SciVerse (издательство «ELSEVIER»).
2. <http://www.sciencedirect.com> – Полнотекстовая база данных издательства «ELSEVIER» FREEDOM COLLECTION на платформе Science Direct;
3. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
4. <http://n-t.ru> – Электронная библиотека «Наука и техника».
5. <http://www.tehlit.ru> – Электронная библиотека Тех.Лит.ру.
6. <http://ru.wikipedia.org> – Электронная свободная энциклопедия.
7. <http://www.edu.ru> – Каталог образовательных интернет-ресурсов.
8. <http://rsl.ru> – Полнотекстовые ресурсы библиотеки диссертаций РГБ;
9. <http://www2.viniti.ru> – Базы данных ВИНИТИ;
10. <http://www.nature.com> – Полнотекстовые ресурсы издательской группы «NATURE PG»;
11. <http://studentum.net> – Электронная библиотека учебников;
12. <http://tt.samgtu.ru> – сайт кафедры «Трубопроводный транспорт» ФГБОУ ВПО «СамГТУ».

### 1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

#### 1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук, интерактивная доска);

#### 2. Практические занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук, интерактивная доска);
- компьютерный класс на 10 посадочных мест;
- пакеты ПО общего назначения;
- наличие справочников и литературы по термодинамическим расчетам.

#### 3. Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- ресурсы НТБ СамГТУ;
- ресурсы ИВЦ СамГТУ.

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

**УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе**

\_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии факультета " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г."

Эксперты методической комиссии по УГНП

\_\_\_\_\_  
*шифр    наименование                      личная подпись                      расшифровка подписи                      дата*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_  
*наименование кафедры                      личная подпись                      расшифровка подписи                      дата*

Декан

\_\_\_\_\_  
*наименование факультета, где производится обучение,    личная подпись                      расшифровка подписи                      дата*

Начальник УВО

\_\_\_\_\_  
*личная подпись                      расшифровка подписи                      дата*

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Методы теории подобия и размерности в ТТУ» относится к вариативной части блока 1 учебного плана направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело», магистерской программы «Трубопроводный транспорт углеводородов». Дисциплина реализуется на нефтетехнологическом факультете Самарского государственного технического университета кафедрой «Трубопроводный транспорт».

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций:

ПК-1 Способностью оценивать перспективы и возможности использования достижений научно-технического прогресса в инновационном развитии отрасли, предлагать способы их реализации.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач теории подобия и моделирования в трубопроводном транспорте углеводородов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, курсовая работа, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме оценки работы на практических занятиях и промежуточный контроль в форме устного экзамена и защиты курсового проекта во 2-ом семестре.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекции – 18 часов, практические занятия – 18 часов, 108 часов самостоятельной работы студента, в том числе 24 часов – курсовой проект, 4 часов – контактная внеаудиторная работа и 18 часов на подготовку к экзамену.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТОДЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ И РАЗМЕРНОСТИ В ТТУ»**

### **1. Виды самостоятельной работы по дисциплине**

Целью самостоятельной работы по дисциплине является выполнение магистрантами большой индивидуальной работы, связанной с осмыслением теоретического материала по темам лекций и практических занятий, с умением использовать теоретические знания при решении задач на практических занятиях, при выполнении курсовой работы и т.п.

В образовательном процессе СамГТУ применяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – под руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная – по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

В рамках дисциплины предусмотрено выполнение самостоятельной работы **без участия преподавателей:**

- подготовка к экзамену
- подготовка к практическим занятиям;
- самостоятельное изучение теоретического материала;
- выполнение курсовой работы.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется путем устных опросов на практических занятиях. Кроме того, учебным планом и рабочей программой предусмотрена внеаудиторная контактная самостоятельная работа в форме консультаций при подготовке к практическим занятиям и по курсовому проектированию.

### **2. Подготовка к практическим занятиям**

#### 2.1. Общие сведения

Подготовка к практическим занятиям предполагает проработку теоретического материала по лекциям, учебникам, первоисточниками, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

При изучении нового материала на лекциях, освещаются наиболее важные и сложные вопросы учебной дисциплины, вводится новый фактический материал. Поэтому к каждому практическому занятию студенты готовятся по следующей схеме:

- разобраться с основными положениями соответствующей темы, разобранными на лекциях;
- найти и изучить дополнительный материал по соответствующей теме по учебникам, первоисточникам, дополнительной литературе, периодическим изданиям, ресурсам сети Интернет и проч.

Работа с дополнительной учебной и научной литературой включает в себя составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работу со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; конспектирование научных статей заданной тематики



## 2.2. Перечень тем для подготовки к практическим занятиям

### **Практическое занятие № 1**

**Тема “Применение формулы размерности. Построение безразмерных комплексов”**

1. Основные и производные единицы измерения.
2. Размерность величин.
3. Применение формулы размерности при переходе из в другую систему единиц.

### **Практическое занятие № 2**

**Тема “ Применение П-теоремы Букингема ”**

1. Инвариантность физической закономерности.
2. Определение максимального число размерно-независимых величин.

### **Практическое занятие № 3**

**Тема “ Доказательство П-теоремы Букингема ”**

1. Используя П-теорему, записать зависимость в безразмерном виде и выяснить, сколько существенных параметров ее определяет.
2. Содержание трех теорем подобия

### **Практическое занятие № 4**

**Тема “ Течения вязкой жидкости в трубопроводе ”**

1. Выбор параметров установки и режима течения жидкости в соответствии с критериями подобия.
2. Критерии подобия
3. Сущность геометрического, кинематического и динамического подобия потоков

### **Практическое занятие № 5**

**Тема “ Истечение жидкости из цистерны ”**

1. Исследование зависимости времени истечения от жидкости от параметров жидкости и цистерны.

### **Практическое занятие № 6**

**Тема “ Пересчет характеристики центробежных насосов”**

1. Дифференциальный напор насоса.
2. Пересчет характеристик центробежного насоса.

### **Практическое занятие № 7**

**Тема “ Применение критериев подобия в уравнениях математической модели”**

1. Построение системы алгебраических или дифференциальных уравнений с начальными и краевыми условиями.
2. Выполнение обезразмеривания уравнений модели.

### **Практическое занятие № 8**

**Тема “ Уравнение продольного перемешивания ”**

1. Построение математической модели, описывающей процесс смесеобразования в трубопроводе при вытеснении одной жидкости другой.

### **Практическое занятие № 9**

#### **Тема “ Автомоделные решения ”**

1. Определение длины и объема смеси при последовательной перекачке продуктов с известными характеристиками.

Подробный перечень дидактических единиц по рассматриваемым вопросам приведен в разделе 3.2 Рабочей программы. Данные вопросы включены в Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине, приводимый в разделе 6.2 Рабочей программы.

#### 2.3. Требования к представлению и оформлению результатов подготовки к практическим занятиям

Результатом выполненной самостоятельной работы по подготовке к практическим занятиям по дисциплине является, в первую очередь, конспект (краткое изложение) изученного теоретического материала по темам практических занятий. Особых требований к оформлению конспекта нет, кроме соответствия представленного материала вопросам для подготовки к практическим занятиям.

Одним из видов представления результатов выполнения самостоятельной работы, позволяющей студенту более полно освоить учебный материал, является подготовка сообщений (докладов) по темам практических занятий. Для иллюстрации текста доклада рекомендуется создание презентации. Создание презентации состоит из трех этапов:

- планирование презентации – многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала;
- разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации;
- репетиция презентации – проверка и отладка созданной презентации.

Подготовка доклада и презентации производится по инициативе самого обучающегося.

#### 2.4. Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы

Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы производится преподавателям непосредственно на практическом занятии в форме устного опроса, который может проходить в форме семинара (конференции).

### **3. Курсовая работа**

Тематика курсового проекта: «Применение методов подобия для проектирования систем трубопроводного транспорта углеводородов».

Студентам выдается индивидуальное задание на курсовой проект. В задании варьируются технологические особенности разработки, проектируемой залежей, осложнения возникающие при выработке запасов, а также применяются различные методики описания характеристик вытеснения.

Курсовой проект связан с изучением промышленной, научной, учебной, нормативной и другой литературы и с выполнением необходимых расчетов.

Тематика курсового проекта определяется общей направленностью подготовки магистра и может касаться объекта исследования будущей магистерской диссертации.

Обязательным элементом курсового проекта является расчетно-пояснительная записка. Расчетно-пояснительная записка включает такие структурные части:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- основная (расчетная) часть;
- обсуждение полученных результатов;
- заключение (выводы);
- список использованной литературы и нормативных источников.

Графическая часть курсового проекта включает может включать в себя в зависимости от задания диаграммы, принципиальные схемы, профили и графики технологических показателей

Задание на курсовой проект выдается преподавателем, ведущим данную дисциплину. Материалы курсового проекта могут быть использованы в магистерской диссертации.

Подробное описание требований к содержанию и оформлению курсовой работы представлено в Методических указаниях к курсовому проектированию по дисциплине.

Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы осуществляется во время консультаций (внеаудиторная самостоятельная работа) в течение семестра и в форме защиты курсового проекта (промежуточный контроль).

### **4. Рекомендуемая литература**

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] : учеб. / Т. М. Башта [и др.]. - 5-е изд., стер., перепеч. со 2-го изд. 1982 г. - М. : Альянс, 2011. - 423 с
2. Цивинский, Д. Н. Приложение метода возмущений к исследованию структуры потоков в аппаратах подготовки и транспорта нефти и газа [Текст] : учеб. пособие / Д. Н. Цивинский ; Самар. гос. техн. ун-т. - 5-е изд., испр. . - Самара : [б. и.], 2012. - 211 с.
3. Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. М: Нефть и газ, 2003. – 336 с.
4. Лурье, М. В. Задачник по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа [Текст] : учеб. пособие / М. В. Лурье. - М. : Недра, 2003. - 349 с.

5. Математическое моделирование и оптимизация систем тепло-, водо-, нефте- и газо-снабжение . Рос.акад.наук.Сиб.отд-ние.Сиб.энерг.ин-т им.Л.А.Мелентьева ; отв. ред. А. П. Меренков. - М. : Наука, 1992. - 405 с.
6. Катанов, Р. Ш. Повышение энергоэффективности магистрального транспорта нефти методами имитационного моделирования [Текст] : автореф.дис. ... канд.техн.наук : 25.00.19 / Р. Ш. Катанов. - Уфа, 2010. - 22 с.
7. Седов, Л. И. Методы подобия и размерности в механике [Текст] / Л. И. Седов. - 5-е изд. - М. : Наука, 1965. - 386
8. Мхитарян, А. М. Гидравлика и гидромеханика [Текст] : учеб. / А. М. Мхитарян. - Киев : Гостехиздат, 1958. - 374 с.с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Самарский государственный технический университет»

**Факультет Нефтетехнологический**

**Кафедра «Трубопроводный транспорт»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**текущего контроля и промежуточной аттестации**

дисциплины: **Методы теории подобия и размерности в ТТУ**

в составе основной образовательной программы по направлению подго-  
товки: **21.04.01 (131000.68) «Нефтегазовое дело»**


по уровню высшего образования: **магистр**

направленность (профиль) программы:

**Трубопроводный транспорт углеводородов**

Составитель:

к.ф.-м.н., доцент кафедры ТТ

 Л.А.Шацкая

Самара 2015

**1. Паспорт фонда оценочных средств**  
по дисциплине Методы теории подобия и размерности в ТТУ

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины  | Код контролируемой компетенции | Шифр дескриптора (описания компетенции)              | Наименование оценочного средства                |
|-------|--|--------------------------------|--|---|
| 1     | 2  | 3                              | 4  | 5   |
| 1     | Раздел 1. Теория размерности   | ПК-1                           | З (ПК-1) -1 <sup>2</sup><br>У (ПК-1) -1 <sup>2</sup> | Собеседование (устный опрос)<br>Курсовой проект |
| 2     | Раздел 2 Физическое моделирование процессов трубопроводного транспорта   | ПК-1,                          | В (ПК-1) -1 <sup>2</sup>                             | Собеседование (устный опрос)<br>Курсовой проект |
|       |  | ПК-4                           | З (ПК-4) -1 <sup>2</sup><br>У (ПК-4) -1 <sup>2</sup> |   |
| 3     | Раздел 3. Размерность и подобие в математическом моделировании процессов | ПК-1,                          | В (ПК-1) -1 <sup>2</sup>                             | Собеседование (устный опрос)<br>Экзамен         |
|       |  | ПК-4                           | В (ПК-4) -1 <sup>2</sup>                             |   |

**2. Матрица соответствия достижения запланированных показателей  
по дисциплине «Методы теории подобия и размерности в ТТУ»**

|  | 2 семестр   |  |  |   |   |   |  |  |  |                          |                          |                          |
|--|---|--|--|---|---|---|--|--|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  |   |  |  |   |   |   |  |  |  |                          |                          | Зачет с оценкой          |
|  | Виды СРС, предусмотренные рабочей программой дисциплины |  |  |   |   |   |  |  |  |                          |                          |                          |
| <b>ПК-1:</b> Способностью оценивать перспективы и возможности использования достигнутый научно-технического прогресса в инновационном развитии отрасли, предлагать способы их реализации | 3 (ПК-1) -1 <sup>2</sup><br>У (ПК-1) -1 <sup>2</sup>    | 3 (ПК-1) -1 <sup>2</sup><br>У (ПК-1) -1 <sup>2</sup> | 3 (ПК-1) -1 <sup>2</sup><br>У (ПК-1) -1 <sup>2</sup> | В (ПК-1) -1 <sup>2</sup>                      | В (ПК-1) -1 <sup>2</sup>                      | В (ПК-1) -1 <sup>2</sup>                      | У (ПК-1) -1 <sup>2</sup><br>В (ПК-1) -1 <sup>2</sup> | У (ПК-1) -1 <sup>2</sup><br>В (ПК-1) -1 <sup>2</sup> | У (ПК-1) -1 <sup>2</sup><br>В (ПК-1) -1 <sup>2</sup> | В (ПК-1) -1 <sup>2</sup> | В (ПК-1) -1 <sup>2</sup> | В (ПК-1) -1 <sup>2</sup> |
|  | 3 (ПК-4) -1 <sup>2</sup><br>У (ПК-4) -1 <sup>2</sup>    | 3 (ПК-4) -1 <sup>2</sup><br>У (ПК-4) -1 <sup>2</sup> | 3 (ПК-4) -1 <sup>2</sup><br>У (ПК-4) -1 <sup>2</sup> | В (ПК-4) -1 <sup>2</sup>                      | В (ПК-4) -1 <sup>2</sup>                      | В (ПК-4) -1 <sup>2</sup>                      | У (ПК-4) -1 <sup>2</sup><br>В (ПК-4) -1 <sup>2</sup> | У (ПК-4) -1 <sup>2</sup><br>В (ПК-4) -1 <sup>2</sup> | У (ПК-4) -1 <sup>2</sup><br>В (ПК-4) -1 <sup>2</sup> | В (ПК-4) -1 <sup>2</sup> | В (ПК-4) -1 <sup>2</sup> | В (ПК-4) -1 <sup>2</sup> |
| <b>ПК-4</b> Способностью использовать профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов                                |   |  |  |   |   |   |  |  |  |                          |                          |                          |
|  | Самостоятельное изучение материала (раздел 1)           | Самостоятельное изучение материала (раздел 2)        | Самостоятельное изучение материала (раздел 3)        | Подготовка к практическим занятиям (раздел 1) | Подготовка к практическим занятиям (раздел 2) | Подготовка к практическим занятиям (раздел 3) | Индивидуальные расчетные задания (раздел 1)          | Индивидуальные расчетные задания (раздел 2)          | Индивидуальные расчетные задания (раздел 3)          | 1 вопрос                 | 2 вопрос                 | Итоговая оценка          |

### 3. Критерии оценивания достижений студентом запланированных результатов

#### обучения

| Оценка                | Критерии   |
|-----------------------|--|
| «отлично»             | <i>Выставляется, если уровень сформированности заявленных компетенций по 80 и более % дескрипторов (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается на уровнях «4» и «5», при условии отсутствия уровней «1»-«3»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций</i>                                |
| «хорошо»              | <i>Выставляется, если уровень сформированности заявленных компетенций по 60 и более % дескрипторов (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается на уровнях «4» и «5», при условии отсутствия уровней «1»-«2»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций</i> |
| «удовлетворительно»   | <i>Выставляется, если уровень сформированности заявленных компетенций по 60 и более % дескрипторов (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается на уровнях «3»-«5»: студент показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой</i>  |
| «неудовлетворительно» | <i>Выставляется, если уровень сформированности заявленных компетенций менее чем по 60 % дескрипторов (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается на уровнях «3»-«5»: При ответе студента выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины</i>  |



## Вопросы для собеседования (устного опроса)

### Практическое занятие № 1

#### Тема “Применение формулы размерности. Построение безразмерных комплексов”

1. Основные и производные единицы измерения.
2. Размерные величины
3. Безразмерные величины
3. Система единиц
4. Формулы размерности при переходе в другую систему единиц.

### Практическое занятие № 2

#### Тема “ Применение П-теоремы Букингема ”

1. Инвариантность физической величины
2. Инвариантность физической закономерности.
3. Размерно-независимые величины

### Практическое занятие № 3

#### Тема “ Доказательство П-теоремы Букингема ”

1. П-теорема Букингема
2. Безразмерный вид зависимости
3. Параметры для определения безразмерного вида зависимости
4. Формулировки трех теорем подобия

### Практическое занятие № 4

#### Тема “ Течения вязкой жидкости в трубопроводе ”

1. Установившийся режим течения жидкости
2. Неустановившийся режим течения жидкости
3. Критерии подобия
4. Геометрическое подобие
5. Динамическое подобие

### Практическое занятие № 5

#### Тема “ Истечение жидкости из цистерны ”

1. Параметры цистерны
2. Характеристика жидкости
3. Временя истечения жидкости из цистерны.

### Практическое занятие № 6

#### Тема “ Пересчет характеристики центробежных насосов ”

1. Характеристики центробежного насоса
2. Дифференциальный напор насоса.
3. Пересчет характеристик центробежного насоса.
4. Величины влияющие на пересчет характеристик центробежных насосов

### **Практическое занятие № 7**

#### **Тема “ Применение критериев подобия в уравнениях математической модели”**

1. Критерии подобия
2. Математическая модель
3. Начальные и краевые условия
4. Обезразмеривание уравнений модели.

### **Практическое занятие № 8**

#### **Тема “ Уравнение продольного перемешивания ”**

1. Вытеснение жидкости
2. Процесс смесеобразования
3. Математическая модель смесеобразования

### **Практическое занятие № 9**

#### **Тема “ Автомоделные решения ”**

1. Последовательная перекачка углеводородов
2. Длина и объем смеси при последовательной перекачке нефтепродуктов

## **Перечень вопросов для промежуточной аттестации (защита курсовой работы)**

1. Понятие о линиях и трубках тока. Уравнение неразрывности (сплошности) в разных формах. Массовые и поверхностные силы.
2. Вихревое и безвихревое (потенциальное) движения. Обобщенная гипотеза Ньютона. Напряжения сил вязкости. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения Эйлера.
3. Обобщение уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости. Гидравлические сопротивления, их физическая природа и классификация. Основная формула равномерного движения.
4. Сопротивления по длине для напорных и безнапорных потоков. Данные о гидравлическом коэффициенте трения. Зоны сопротивления.
5. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки. Истечение жидкости через «малые» отверстия в тонкой стенке: средняя скорость, расход, траектория струи жидкости; истечение через затопленные отверстия. Особенности истечения через внешний цилиндрический насадок.
6. Одномерное неустановившееся движение, основное уравнение, инерционный напор. Случай малых ускорений – истечение из резервуаров при переменном напоре.
7. Центробежные насосы, схема проточной части, кинематика потока. Теоретический напор, влияние конструктивных и режимных параметров. Полезный напор. Баланс энергии. Коэффициенты полезного действия. Характеристики центробежных насосов.
8. Основы теории подобия и формулы пересчета. Коэффициент быстроходности и типы лопастных насосов. Регулирование подачи. Последовательное и параллельное соединение насосов.
9. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационный запас и кавитационные характеристики.

## Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Сформулируйте основные понятия, термины и определения теории подобия и моделирования;
2. Виды подобия и виды моделей;
3. Дайте определение понятия размера, значения, числового значения и размерности физической величины;
4. Дайте определение понятия уравнения связи, безразмерной величины, системы физических величин;
5. Сформулируйте теоремы подобия;
6. Объясните содержание трех теорем подобия.
7. Сущность метода анализа размерностей и его применения;
8. Перечислите способы определения критериев подобия;
9. Сущность геометрического, кинематического и динамического подобия потоков;
10. Сформулируйте критерии динамического подобия и критерии подобия центробежных насосов;
11. Этапов математического моделирования.
12. Анализ размерностей физических величин для проверки формул и уравнений, полученных в ходе теоретических выводов;
13. Использование анализа размерностей для установки функциональных связей между физическими величинами;
14. Нахождение критериев подобия объектов путем анализа размерностей, характеризующих подобные объекты;
15. Применение теоремы подобия для установления подобия объектов;
16. Подобие потоков жидкостей;
17. Физический смысл критериев подобия
18. Дайте определение критерия подобия и поясните метод их получения из анализа дифференциальных уравнений.
19. Объясните различие между определяемыми и определяющими критериями подобия.
20. Укажите физический смысл критериев гидродинамического и теплового подобия.
21. Методика установления подобия объектов
22. Методика пересчета параметров подобных центробежных насосов
23. Методика определения критериев подобия
24. Объясните практическое осуществление и методы моделирования.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Трубопроводный транспорт»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине

**Методы теории подобия и размерности в ТГУ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки

**21.04.01**

(шифр)

Факультет

**НТФ**

(наименование факультета)

Семестр

**2**

(номер)

1. Сформулируйте основные понятия, термины и определения теории подобия и моделирования;
2. Использование анализа размерностей для установки функциональных связей между физическими величинами;

Составитель:

Заведующий кафедрой

 доцент Л.А.Шацкая  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 года

\_\_\_\_\_ профессор В.К.Тян  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 года

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К АУДИТОРНЫМ  
ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТОДЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ И РАЗМЕРНОСТИ В ТТУ»**

**1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

| Вид учебных занятий                 | Организация деятельности 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. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| Практические занятия                | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, самостоятельное изучение теоретического материала, выступление с докладом по результатам подготовки к практическим занятиям с представлением иллюстрационного материала в виде презентации Microsoft PowerPoint.   |
| Подготовка к экзамену               | При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, материалы практических занятий.   |
| Подготовка к защите курсовой работы | При подготовке к защите курсовой работы необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, материалы практических занятий, результаты, полученные в курсовой работе.   |

**2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛЕКЦИОННЫХ  
ЗАНЯТИЙ**

Лекция представляет собой систематическое устное изложение учебного материала. С учетом целей и места в учебном процессе различают лекции вводные, установочные, текущие, обзорные и заключительные. В зависимости от способа проведения выделяют лекции:

- *информационные;*
- *проблемные;*
- *визуальные;*
- *бинарные (лекция-диалог);*
- *лекции-провокации;*
- *лекции-конференции;*

- лекции-консультации;
- лекции-беседы;
- лекция с эвристическими элементами;
- лекция с элементами обратной связи;
- лекция с решением производственных и конструктивных задач;
- лекция с элементами самостоятельной работы студентов;
- лекция с решением конкретных ситуаций;
- лекция с коллективным исследованием;
- лекции спецкурсов.

Лекции по настоящей дисциплине проводятся в форме информационных, т.е. с использованием объяснительно иллюстративного метода изложения.

Перед началом лекции до обучающихся доводятся основные литературные источники, сообщается тема лекции и последовательность вопросов, подлежащих рассмотрению. При этом обращается внимание на логику построения вопросов, их формулировку и взаимосвязь.

По ходу лекции при возникновении проблемных вопросов (или ситуаций) процесс познания происходит через научный поиск, диалог, анализ, сравнение разных точек зрения.

При объяснении различных вопросов большое значение имеет иллюстрационный материал (формы документов, структур систем управления и проч.), поэтому в случае их сложного или долгого воспроизводства на лекции используется раздаточный материал.

Обращается внимание на вопросы, сведения из которых будут использоваться при проведении практических и лабораторных занятий и самостоятельной работе студентов. В Рабочей программе приводится содержание лекций и вопросы, выносимые на самостоятельное изучение с учётом дидактических единиц.

В некоторых случаях преподавателем может использоваться способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия, менять темп изложения с учетом особенности аудитории.

В начале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме. Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах. Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний. При этом необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу. Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

### **Рекомендации обучающимся при работе с лекционным материалом:**

1. Материал каждой законспектированной лекции должен прочитываться и прорабатываться с выявлением затрудненных в понимании вопросов и неясностей.
2. Необходимо попытаться добиться ясности понимания с использованием проработки рекомендованных литературных источников.
3. Если и в этом случае не удаётся добиться результата, то следует получить консультацию преподавателя по этому вопросу.
4. Следует посмотреть, как этот вопрос формулируется в вопросах для подготовки к экзамену и быть готовым представить по нему информацию при проведении экзамена.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**Практическое занятие** — форма организации обучения, которая направлена на формирование практических умений и навыков и является связующим звеном между самостоятельным теоретическим освоением студентами учебной дисциплины и применением ее положений на практике.

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении управленческих задач, выполнении заданий, разработке и оформлении документов, практического овладения компьютерными технологиями. Главным их содержанием является практическая работа каждого студента.

Подготовка студентов к практическому занятию – один из видов самостоятельной работы в рамках данной дисциплины. Подготовка производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий. Данная информация доводится до студентов заранее. По желанию обучающихся, они могут не только составить конспект по материалам подготовки к практическому занятию, но и подготовить доклад по соответствующей теме, которая формулируется самим обучающимся и согласуется с преподавателем. Доклад иллюстрируется с помощью презентации Microsoft PowerPoint. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы представлены в соответствующих методических указаниях.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале занятия. Предварительно преподаватель проводит устный опрос по материалам подготовки к практическому занятию.

Практические занятия составляют значительную часть всего объема аудиторных занятий и имеют важнейшее значение для усвоения программного материала. Выполняемые задания могут быть:

- 1) иллюстрацией теоретического материала и носить воспроизводящий характер; они выявляют качество понимания студентами теории;
- 2) образцами задач и примеров, разобранных в аудитории; для самостоятельного выполнения требуется, чтобы студент овладел показанными методами решения;
- 3) видом заданий, содержащим элементы творчества; одни из них требуют от студента обобщений, для их выполнения необходимо привлекать ранее приобретенный опыт, устанавливать внутрипредметные и межпредметные связи; решение других требует дополнительных знаний, которые студент должен приобрести самостоятельно; третьи предполагают наличие у студента некоторых исследовательских умений;

4) может применяться выдача индивидуальных или опережающих заданий на различный срок, определяемый преподавателем, с последующим представлением их для проверки в указанный срок.

По данной дисциплине предусмотрено проведение 9 практических занятий длительностью 2 академических часа каждое. Темы практических занятий приведены в Разделе 4.2 Рабочей программы.

В начале занятия рассматриваются основные теоретические положения, положенные в основу занятия. Обращается внимание на основные понятия, расчетные формулы, алгоритмы, практическую значимость рассматриваемых вопросов. Далее студентам предлагаются определенные условия (задачи), для которых требуется выполнить расчет определенных параметров или выработать определенные технологические решения. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения, или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Материалы практических занятий используются студентами при выполнении курсового проекта, что позволяет закрепить полученные результаты.



#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение к ОПОП 1-4). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине (раздел 3 Фонда оценочных средств).

**2-й этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### Характеристика процедур текущего и итогового контроля по дисциплине:

| №  | Наименование оценочного средства*                 | Периодичность и способ проведения процедуры оценивания | Методы оценивания                          | Виды выставляемых оценок | Способ учета индивидуальных достижений обучающихся                            |
|----|---|--|--|--------------------------|---|
| 1. | Экзамен   | раз в семестр, по окончании изучения дисциплины        | экспертный                                 | по пятибалльной шкале    | ведомость, зачетная книжка и учебная карточка, индивидуальный план, портфолио |
| 2. | Самостоятельное изучение теоретического материала | систематически при выполнении задания                  | Самооценка                                 | зачтено /не зачтено      | портфолио   |
| 3. | курсовой проект / работа                          | По итогам выполнения работы и допуска к защите         | экспертный, групповая оценка, взаимооценка | по пятибалльной шкале    | ведомость, зачетная книжка и учебная карточка, индивидуальный план, портфолио |

\* указываются все виды проверки дескрипторов, указанных в паспорте ФОС, при желании можно добавить свое

Удовлетворительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.