

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. декана факультета машиностроения  
и аэрокосмической техники

Ряжских В.И.

«29» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**«Методы теории подобия и размерности в трубопроводном транспорте углеводородов»**

**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 5 мес.

**Форма обучения** очная/заочная

**Автор программы** к.т.н., доцент  /Григорьев С.В./

Программа обсуждена на заседании кафедры нефтегазового оборудования  
и транспортировки  
«28» августа 2017 года Протокол № 1

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

Руководитель ОПОП,  
д.т.н., профессор  /С.Г. Валухов/

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

формирование компетенций, необходимых для проведения количественных исследований в научной и практической деятельности и численных методов решения практических задач.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

изучение значимых переменных и отдельных факторов (отдельных переменных), а также определение их кооперативного влияния на исследуемые процессы;

определение связей между отдельными группами величин и выявление устойчивых комбинаций этих величин, существенных для изучаемого процесса.

использование вместо обычных физических параметров (величин) величин комплексного вида.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы теории подобия и размерности в трубопроводном транспорте углеводородов» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы теории подобия и размерности в трубопроводном транспорте углеводородов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом

ПК-2 - способностью использовать методологию научных исследований в профессиональной деятельности

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-2	Владеть способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ при разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов
ПК-2	Знать методологию научных исследований в профессиональной деятельности при разработке оборудования для трубопроводного транспорта

	углеводородов
ПК-5	Знать научно-техническую информацию по оборудованию для трубопроводного транспорта углеводородов
	Уметь проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по оборудованию для трубопроводного транспорта углеводородов, осуществлять выбор методик и средств решения задачи при разработке оборудования для нефтегазового комплекса

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы теории подобия и размерности в трубопроводном транспорте углеводородов» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	117	117
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	163	163
<b>Контрольная работа</b>	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	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	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в теорию подобия.	Подобие в физике. Основные понятия, определения и термины.  Самостоятельное изучение. Подобие в математике.	4	2	18	24
2	Основы теории подобия.	Подобные явления и подобные преобразования.  Инвариантность уравнений по отношению к подобным преобразованиям. Гомогенность функций.  Самостоятельное изучение. Некоторые критерии подобия при вынужденном движении сплошной среды. Теоремы подобия.  Условия, необходимые для подобия.  Критерии подобия.  Самостоятельное изучение. Критериальные уравнения и их получение.	4	2	20	26
3	Анализ размерностей	Первичные и вторичные величины.  Структура определительных уравнений. Размерность. Формулы размерности.  Самостоятельное изучение. $\pi$ -теорема. Константы определительных уравнений	4	2	20	26
4	Оценка порядка величин	Приведенные комплексы как мера порядка.  Основные физические представления динамического пограничного слоя.  Исходные уравнения. Роль критерия Рейнольдса  Самостоятельное изучение. Уравнения динамического пограничного слоя.	2	4	20	26
5	Системы единиц измерения	Общие сведения. Международная система единиц (СИ). Система СГС. Система МКС. Система МКГСС.  Самостоятельное изучение. Соотношения между однородными единицами разных систем (а также внесистемными единицами). Метрическая система мер.	2	4	20	26
6	Применение метода анализа размерностей при решении задач по транспортировке углеводородов.	Оценка времени восстановления давления.  Самостоятельное изучение. Вывод формулы Дарси-Вейсбаха. Выражение для критической скорости.  Соотношение сил инерции и сил вязкости в потоке	2	4	19	25

	<p>движущейся нефти (жидкости).</p> <p>Самостоятельное изучение. Уравнение притока для несжимаемой жидкости.</p> <p>Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления <math>\lambda</math> от числа Рейнольдса <math>Re</math></p> <p>Самостоятельное изучение. Анализ вида зависимости коэффициента гидравлического сопротивления <math>\lambda</math> от числа Рейнольдса <math>Re</math>.</p>				
<b>Итого</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>117</b>	<b>153</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в теорию подобия.	<p>Подобие в физике. Основные понятия, определения и термины.</p> <p>Самостоятельное изучение. Подобие в математике.</p>	2	-	26	28
2	Основы теории подобия.	<p>Подобные явления и подобные преобразования.</p> <p>Инвариантность уравнений по отношению к подобным преобразованиям. Гомогенность функций.</p> <p>Самостоятельное изучение. Некоторые критерии подобия при вынужденном движении сплошной среды. Теоремы подобия.</p> <p>Условия, необходимые для подобия.</p> <p>Критерии подобия.</p> <p>Самостоятельное изучение. Критериальные уравнения и их получение.</p>	2	-	26	28
3	Анализ размерностей	<p>Первичные и вторичные величины.</p> <p>Структура определительных уравнений. Размерность. Формулы размерности.</p> <p>Самостоятельное изучение. <math>\pi</math>-теорема. Константы определительных уравнений</p>	-	-	28	28
4	Оценка порядка величин	<p>Приведенные комплексы как мера порядка.</p> <p>Основные физические представления динамического пограничного слоя.</p> <p>Исходные уравнения. Роль критерия Рейнольдса</p> <p>Самостоятельное изучение. Уравнения динамического пограничного слоя.</p>	-	-	28	28
5	Системы единиц измерения	<p>Общие сведения. Международная система единиц (СИ). Система СГС. Система МКС. Система МКГСС.</p> <p>Самостоятельное изучение. Соотношения между однородными единицами разных систем (а также внесистемными единицами). Метрическая система</p>	-	2	28	30

		мер.				
6	Применение метода анализа размерностей при решении задач по транспортировке углеводородов.	<p>Оценка времени восстановления давления.</p> <p>Самостоятельное изучение. Вывод формулы Дарси-Вейсбаха. Выражение для критической скорости.</p> <p>Соотношение сил инерции и сил вязкости в потоке движущейся нефти (жидкости).</p> <p>Самостоятельное изучение. Уравнение притока для несжимаемой жидкости.</p> <p>Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления <math>\lambda</math> от числа Рейнольдса <math>Re</math></p> <p>Самостоятельное изучение. Анализ вида зависимости коэффициента гидравлического сопротивления <math>\lambda</math> от числа Рейнольдса <math>Re</math>.</p>	-	2	27	29
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>163</b>	<b>171</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

Учебным планом по дисциплине «Методы теории подобия и размерности в трубопроводном транспорте углеводородов» не предусмотрено выполнение курсового проекта (работы).

Учебным планом по дисциплине «Методы теории подобия и размерности в трубопроводном транспорте углеводородов» предусмотрено выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения). Примерная тематика контрольных работ:

1. Подобие в математике.
2. Критерии подобия при вынужденном движении сплошной среды. Теоремы подобия.
3. Критериальные уравнения и их получение.
4.  $\pi$ -теорема. Константы определительных уравнений.
5. Уравнения динамического пограничного слоя.
6. Соотношения между однородными единицами разных систем (а также внесистемными единицами). Метрическая система мер.
7. Вывод формулы Дарси-Вейсбаха
8. Анализ вида зависимости коэффициента гидравлического сопротивления  $\lambda$  от числа Рейнольдса  $Re$ .

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**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-2	владеть способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ при разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов	может использовать современную терминологию проектирования при выполнении конкретного учебного задания при разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать методологию научных исследований в профессиональной деятельности при разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов	- знает основные достижения научно-технического прогресса в нефтегазовой отрасли и возможности их использования  - может предложить конкретные решения при разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать научно-техническую информацию по теме исследования в нефтегазовом комплексе; методики и средства решения технических задач	может использовать знание учебного материала в процессе выполнения заданий при разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по оборудованию для трубопроводного транспорта углеводородов, осуществлять выбор методик и средств решения задачи при разработке оборудования для нефтегазового	Решение стандартных практических задач  может проводить поиск, анализ и систематизацию научно-технической информации по оборудованию для трубопроводного транспорта углеводородов с использованием библиотечного ресурса	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	комплекса			
--	-----------	--	--	--

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 4 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-2	владеть способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ при разработке оборудования для трубопроводного транспорта	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-2	знать методологию научных исследований в профессиональной деятельности при разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов	- знает основные достижения научно-технического прогресса в нефтегазовой отрасли и возможности их использования  - может предложить конкретные решения при разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-5	знать научно-техническую информацию по теме исследования в нефтегазовом комплексе; методики и средства решения	может использовать знание учебного материала в процессе выполнения заданий при	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	технических задач	разработке оборудования для трубопроводного транспорта углеводородов				
	уметь проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по оборудованию для трубопроводного транспорта углеводородов, осуществлять выбор методик и средств решения задачи при разработке оборудования для нефтегазового комплекса	Решение стандартных практических задач  может проводить поиск, анализ и систематизацию научно-технической информации по оборудованию для трубопроводного транспорта углеводородов с использованием библиотечного ресурса	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 (типичные 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**

Физический смысл критериев:

1. Рейнольдса.
2. Эйлера
3. Маха
4. Фруда.
5. Струхалия.
6. Нуссельта.
7. Пекле
8. Прандтля.
9. Грасгофа.
10. Фурье
11. Стантона

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

Получение критериев:

1. Рейнольдса.
2. Эйлера
3. Маха
4. Фруда.

5. Струхалья.
6. Нуссельта.
7. Пекле
8. Прандтля.
9. Грасгофа.
10. Фурье
11. Стантона

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Какие естественно-научные законы лежат в основе действия объекта?
2. В чем аналогии объекта и модели?
3. Каковы инструментальные средства решения задачи?
4. Каковы принципы научного подхода к изучению физического мира?
5. Каковы особенности научного познания мира?
6. Что такое параметры модели?
7. Что такое параметры диссипации?
8. Что такое схемы замещения физических систем?
9. Каковы особенности и параметры полевых моделей?
10. Как формулируется вторая теорема подобия?

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету** Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Подобие в физике. Основные понятия, определения и термины.
2. Подобные явления и подобные преобразования.
3. Инвариантность уравнений по отношению к подобным преобразованиям. Гомогенность функций.
4. Некоторые критерии подобия при вынужденном движении сплошной среды.
5. Теоремы подобия.
6. Условия, необходимые для подобия.
7. Критерии подобия.
8. Критериальные уравнения и их получение.
9. Анализ размерностей. Первичные и вторичные величины.
10. Структура определительных уравнений. Размерность. Формулы размерности.
11.  $\pi$ -теорема. Константы определительных уравнений
12. Приведенные комплексы как мера порядка.
13. Основные физические представления динамического пограничного слоя. Исходные уравнения. Роль критерия Рейнольдса
14. Уравнения динамического пограничного слоя.
15. Общие сведения. Международная система единиц (СИ). Система СГС. Система МКС. Система МКГСС.
16. Соотношения между однородными единицами разных систем (а также внесистемными единицами). Метрическая система мер.

17. Применение метода анализа размерностей при решении задач по транспортировке углеводородов (примеры).

18. Вывод формулы Дарси-Вейсбаха. Выражение для критической скорости.

19. Соотношение сил инерции и сил вязкости в потоке движущейся нефти (жидкости).

20. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления  $\lambda$  от числа Рейнольдса  $Re$

21. Анализ вида зависимости коэффициента гидравлического сопротивления  $\lambda$  от числа Рейнольдса  $Re$

### **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 теорию подобия.	ОПК-2, ПК-2, ПК-5	Тест, контрольная работа
2	Основы теории подобия.	ОПК-2, ПК-2, ПК-5	Тест, контрольная работа
3	Анализ размерностей	ОПК-2, ПК-2, ПК-5	Тест, контрольная работа
4	Оценка порядка величин	ОПК-2, ПК-2, ПК-5	Тест, контрольная работа
5	Системы единиц измерения	ОПК-2, ПК-2, ПК-5	Тест, контрольная работа
6	Применение метода анализа размерностей при решении задач по транспортировке углеводородов.	ОПК-2, ПК-2, ПК-5	Тест, контрольная 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.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Афанасьев Ю.О. Тиунова Н.В., Теория подобия: учеб. Пособие. КузГТУ Издательство, 2011, 64 с. ЭБС «Лань»

2. Скворцов В.Ф., Основы размерного анализа конструкций изделий: учеб.пособие, ТПУ (Томский Политехнический Университет) Издательство, 2012. 80 с. ЭБС «Лань»

3. Саруев А.Л. Харламов С.Н. Павлов С.А., Актуальные вопросы трубопроводного транспорта углеводородов. "Горная книга", 2013. 120 с. ЭБС «Лань»

### **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. Приобретение знаний в процессе общения со специалистами в области управления проектами на профильных специализированных сайтах (форумах)

5. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7; Microsoft Office 2007 (или более поздняя версия); Microsoft PowerPoint, Adobe Reader,

6. 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](http://catalog.vorstu.ru/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=vgtu_lib)

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

8. Информационно-аналитическая система SCINCE INDEX <http://elibrary.ru/>

## **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).

Проектно-конструкторский центр по договору между ОАО Турбонасос и ФГБОУ ВПО ВГТУ №132/316-13 от 29 ноября 2013 года на создание и обеспечение деятельности базовой кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки (базовой кафедры) созданной при базовой организации (компьютеры – 15 шт, МФУ А0))

Для самостоятельной работы имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

По дисциплине «Методы теории подобия и размерности в трубопроводном транспорте углеводородов» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета критериев подобия. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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 удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на

	практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению 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.