



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

---

Учебно-научный институт транспорта

Кафедра «Трубопроводные транспортные системы»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации

\_\_\_\_\_ В.А. Шкаберин

«21» апреля 2022 г.

**Рабочая программа учебной дисциплины**

**ТЕОРИЯ ПОДОБИЯ**

**по направлению подготовки: 15.03.03**

**«Прикладная механика»**

**профиль «Нефтегазовое оборудование и надежность машин»**

**квалификация выпускника: бакалавр**

**форма обучения: очная**

**(для набора с 2020 г.)**

Брянск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория подобия» для направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика», профиля «Нефтегазовое оборудование и надежность машин».

Разработал:

д.т.н., профессор

(должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_/ В.П. Тихомиров  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
от 30.03.2022 г., протокол № 3

Заведующий выпускающей кафедрой «ТТС»

доктор технических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_/ М.Г. Шалыгин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

© [Тихомиров В.П.]

© ФГБОУ ВО «Брянский  
государственный технический  
университет»

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС.....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	6
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	7
5.3. Лекции .....	8
5.4. Лабораторные работы .....	9
5.5. Практические занятия.....	9
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	11
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	13
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	13
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	14
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	15
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	16
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	18
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	19

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	21
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	22
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	23
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	23
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	23
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	24
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	25
12.5. Характеристика результатов обучения .....	25
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	26
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	26

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Подготовка инженерных кадров, обладающих современными знаниями и способными к творческой инженерной деятельности, является приоритетным направлением высшей школы. Направление «Прикладная механика» позволяет студентам освоить фундаментальные знания в области динамики и прочности машин, триботехники, надежности и безопасности машин.

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

*Цель дисциплины* – является обучение методам теории подобия, размерностей и физического моделирования; умения использовать их для решения конкретных прикладных задач.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина "Теория подобия" является дисциплиной по выбору основной образовательной программы 15.03.03 "Прикладная механика". Базой для освоения дисциплины "Теория подобия" являются знания студентов I и 2 курсов в объеме, определяемом федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. На дисциплине "Теория подобия" базируется изучение следующих на 4 курсе дисциплин основной образовательной программы 15.03.03 "Прикладная механика". Полученные знания используются при выполнении дипломной работы.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате изучения основной образовательной программы по направлению подготовки «Прикладная механика» с квалификацией (степенью) «бакалавр» в рамках дисциплины «Теория подобия» выпускник должен овладеть следующими компетенциями.

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>		
<i>ПК-7</i>	Готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных	Знать: физические основы потери работоспособности, существующие модели, описывающие процессы в механических системах, основы теории подобия и физического моделирования; Уметь: использовать методы теории подобия, составлять критерии подобия на основе П-теоремы., Владеть: навыками составления критериальных уравнений и кри-

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения
	моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям.	териев подобия при решении конкретных задач в области прикладной механики, гидромеханики и теплотехники.
<i>ПК-10</i>	Способностью составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и и другой научно-технической документации.	Знать: методы обработки и анализа результатов расчетных и экспериментальных данных; Уметь: представить результаты исследования в виде доклада, презентации, статей и другой научно-технической документации; Владеть: методами теории подобия, анализа размерностей и физического моделирования.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часа).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		6-й семестр
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
<i>В том числе:</i>		
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПР)	17	17
<b>Самостоятельная работа (для очной формы - без учета подготовки)</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
<i>В том числе</i>		
Самоподготовка	19	19
Подготовка к занятиям	19	19
Курсовая работа	27	27
Контроль знаний, том числе:		
<i>зачёт</i>	9	9
<b>Общая трудоемкость: з.е.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дис- циплины	Содержание раздела
1.	Введение в дисциплину	Предмет, цель, задачи и структура курса..
2.	Анализ размерности.	Теория размерностей. Единицы измерения. Системы единиц измерения. Алгебраический метод построения безразмерных комплексов
3.	Теория подобия.	Теория подобия. Подобие в математике. Подобие в физике. Критерии подобия. Теоремы подобия. Метод приведения. Критериальные уравнения и их получение.
4.	Физическое моделирование.	Натурный и модельный физический эксперименты. Критерии перехода от натуры к модели. Точность моделирования.

## 5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Номера разделов данной дисциплины, необходимые для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
		1	2	3	4
1	Методы повышения надёжности и безопасности машин	+	+	+	+
2	Обеспечение безопасности машин при проектировании		+		+

## 5.3. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Очная			
		Л	ПР	СРС	Всего часов
1.	Введение в дисциплину	2	2	2	6
2.	Анализ размерности.	4	5	24	60
3.	Теория подобия.	6	6	14	44
4.	Физическое моделирование.	5	5	27	54
	<b>Всего часов</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>74</b>	<b>108</b>

## 6. ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, СЕМИНАРЫ

### 6.1. Лекции (Очная форма обучения)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1.	1	Предмет, цель, задачи и структура курса при подготовке бакалавра по направлению 15.03.03 "Прикладная механика»	2
2.	2	Теория размерностей. Единицы измерения. Системы единиц измерения.	2
3.	2	Алгебраический метод построения безразмерных комплексов.	2
4.	3	Теория подобия. Подобие в математике. Подобие в физике.	2
5.	3	Критерии подобия. Теоремы подобия. Метод приведения. Критериальные уравнения и их получение.	2
6.	3	Критерии подобия в теплопроводности. Число Био и Число Фурье. Теплоотдача и число Нуссельта.	2
7.	3	Процессы в гидродинамике, теплопередаче. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Стантона. Число Прандтля.	2
8.	4	Физическое моделирование. Подобие в гидравлике. Число Эйлера. Число Струхала. Число Маха. Подобиев трибологии.	3
<b>ИТОГО (часов)</b>			<b>17</b>

### 6.2. Практические занятия (Очная форма обучения)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	1	Классификация методов моделирования.	2
2.	2	Решение задач по основам теории размерностей.	2
3.	3	Решение задач по основам теории подобия	2
4.	4	Планирования эксперимента. Последовательность проведения исследований. Построение функций отклика.	2
5.	4	Построение математических моделей на основе результатов физического эксперимента.	2
6.	4	Пассивный эксперимент. Построение математических моделей.	2
7.	4	Реализация математической модели вычис-	2



№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
		лений. Физическое моделирование.	
8.	4	Физическое моделирование процессов трения и износа.	3
<b>ИТОГО (часов)</b>			17

### 6.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 6.4. Семинары

Не предусмотрены

### 6.5. Образовательные технологии

Вид учебной работы	Виды образовательных технологий
Лекции	Мультимедиа-лекция Лекция-обсуждение
Практические занятия	Дискуссии
Консультации	Управление процессом освоения учебной информации, применения знаний на практике, поиска новой учебной информации
Текущий контроль, экзамен	Технология оценивания качества знаний на основе бальной оценки

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

*Очная форма обучения*

На самостоятельную работу студента отводится 57 часов. Самостоятельная работа включает в себя подготовку к занятиям (лекционным, практическим), а также подготовку к сдаче расчетно-графической работы и экзамену. Контроль знаний отводится 36 часов. Подготовка докладов к лекционным занятиям по темам, согласованным с преподавателем. Подготовка к практическим занятиям заключается в повторе лекционного материала по темам практических занятий, более глубокое изучение отдельных тем дисциплины, заинтересовавших студента.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1	Введение в дисциплину.	Изучение дополнительной литературы.
		Повторение лекций (4 ч.)
2	Анализ размерности.	Изучение дополнительной литературы.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
		Повторение лекций (18 ч.)
3	Теория подобия.	Изучение дополнительной литературы.
		Повторение лекций (28 ч.)
4	Физическое моделирование.	Изучение дополнительной литературы.
		Повторение лекций (7 ч.)
	<b>ИТОГО</b>	<b>57 ч.</b>
	Контроль знаний и подготовка к экзамену	<b>36 ч.</b>

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (обновляется ежегодно)**

### ***8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине***

**1. Прикладная механика:** Триботехнические показатели качества машин [Текст]+[Электронный ресурс]: учебное пособие для академического бакалавриата (Рекомендовано УМО высшего образования и допущено УМО по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Прикладная механика»– Москва-Юрайт-2017. -264 с.

**2. Тихомиров, В.П. Трибология: методы моделирования процессов/В.П. Тихомиров, О.А. Горленко, В.В. Порошин. -М.: Издательство Брайт, 2018. -239 с.**

### ***8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины***

#### ***а) основная литература***

1. Седов Л.Н. Методы подобия и размерности в механике. М: Наука,1981.-448с.
2. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. М.: Высшая школа, 1973. -296 с.

#### ***б) дополнительная***

1. Горленко О.А. Методология научного творчества /О.А. Горленко, Н.М. Барбаць, В.П. Тихомиров и др. – Брянск: БГТУ. -2017. -103 с.»
2. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника)/А.В. Чичинадзе, ЭМ. Берлинер, Э.Д. Браун и др. М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
3. Браун Э.Д., Евдокимов Ю.А., Чичинадзе А.В. Моделирование трения и изнашивание в машинах. М.: Машиностроение, 1982. -191 с.

### ***8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет***

1. Интернет-сервис "Антиплагиат" [www.antiplagiat.tu-bryansk.ru](http://www.antiplagiat.tu-bryansk.ru) лицензионный договор с ЗАО «Анти-Плагиат» от 08 сентября 2016 г. №451 Программное обеспечение «Антиплагиат»;
2. [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru) - Поисковая система
3. [www.rsi.ru](http://www.rsi.ru) –Российская государственная библиотека
4. ЭБС «IPRbooks»

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, укомплектована специализированной мебелью (столы, стулья, ученическая доска), демонстрационным и мультимедийным оборудованием, учебно-наглядные пособия обеспечивающие тематические иллюстрации

Учебная аудитория для проведения практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Укомплектована специализированной мебелью (столы, стулья, ученическая доска), демонстрационным и мультимедийным оборудованием.

Аудитория для самостоятельной работы (компьютерный класс), оснащена компьютерными столами и стульями, компьютерами, возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***10.1. Методические рекомендации для преподавателей***

Лекции являются одним из основных методов изучения дисциплины и должны решать следующие задачи:

- доступное изложение наиболее важного материала программы дисциплины, освещающего основные моменты;
- развитие у обучающихся понятийного теоретического мышления;
- создание заинтересованности студентов тематикой данной дисциплины;
- формирование у студентов потребности к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать название каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу. При чтении лекций целесообразно использовать опорные конспекты (систему слайдов с наглядными изображениями и тезисами лекций). Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему и представляла собой логически законченное изложение. Лучше сократить тему и не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не

раскрыта. В случае, если материал невозможно изложить в рамках одной лекции, то на следующей лекции в начале следует сделать краткий обзор материала предыдущей лекции с целью установления логической связи между лекциями.

При проведении практических занятий решаются следующие задачи:

- расширение и углубление знаний, приобретенных на лекциях;
- выработка навыков групповой работы с применением кейсового метода обсуждения конкретных практических ситуаций;
- контроль знаний студентов при выполнении тестовых заданий по дисциплине.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

### ***10.2. Методические рекомендации для обучающихся***

Подготовку студентов по дисциплине «Теория подобию» можно разбить на несколько этапов:

- работа с конспектом лекций;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену.

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы. Для этого студент просматривает конспект лекции, отмечает материал, который вызывает затруднения для понимания. После чего пытается найти ответы в рекомендуемой литературе. В случае непонимания материала следует сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях. Изучение вопросов, предложенных для самостоятельной проработки, следует начинать сразу после окончания рассмотрения на лекциях раздела, к которому они относятся. Обучение ведется с использованием рекомендованной преподавателем литературы. В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками (в том числе в сети Интернет). При подготовке к практическим занятиям необходимо обязательно прорабатывать конспект лекций по соответствующим темам, в том числе вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения. Подготовка к зачету предполагает, прежде всего, проработку конспекта лекций по указанному выше алгоритму. Рекомендуется ответить на контроль-

ные вопросы по разделам дисциплины. Возникающие вопросы следует задать преподавателю на консультациях.

## 11. Фонд оценочных средств

### 11.1. Этапы формирования компетенций

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы дисциплины	Показатель оценивания					
	ПК-7 Р1	ПК-7 Р2	ПК-7 Р3	ПК-10. Р1	ПК-10 Р1	ПК-10 Р1
1. Введение в дисциплину.	+	+	+			
2. Анализ размерности.				+	+	+
3. Теория подобия.	+	+	+			
4. Физическое моделирование.				+	+	+

### 11.2. Индексированные результаты обучения и оценочные средства

#### Очная форма

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
1	2	3	4	5
<i>ОК Общекультурные компетенции</i>				
<b>ПК-7</b>	Готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических,	<b>ПК-7 Р1</b> знает процедуры расчетов в области прикладной механики, теории подобия и методы моделирования процессора в механических и гидромеханических системах (насосах);	Комплект тестов	Вопросы к экзамену
		<b>ПК-7 Р2</b> умеет обосновывать	Комплект тестов	Вопросы к экзамену

	математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям.	использование подходов и эффективных методов исследования процессов и явлений в сложных технических системах;		
		<b>ПК-7 РЗ</b> владеет навыками составления критериальных уравнений и нахождения критериев подобия при решении конкретных задач.	Комплект тестов	Вопросы экзамену к
<b>ПК Профессиональные компетенции</b>				
<b>ПК-10</b>	Способностью составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и и другой научно-технической документации	<b>ПК-10 Р1</b> знает – принципы обработки и анализа полученных в результате физического эксперимента данных;	Комплект тестов	Вопросы экзамену к
		<b>ПК-10Р2</b> умеет проводить анализ размерностей, находить критерии подобия и критерии перехода от природы к модели.	Комплект тестов	Вопросы экзамену к
		<b>ПК-10 РЗ</b> владеет навыками применения П-	Комплект тестов	Вопросы экзамену к

		теоремы при исследовании процессов, протекающих в технических системах и другими методами исследования поведения сложных технических систем.		
--	--	--	--	--

### ***11.3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости***

Текущий контроль может включать следующие процедуры (методики) контроля успеваемости: тестирование письменное; устные опросы.

#### **Тест**

##### **I. Дать определение критерия подобия**

1. Размерная величина, характеризующая состояние исследуемого процесса. 2. Величина, определяющая связь между параметрами исследуемого процесса. 3. Средняя мера относительной интенсивности двух физических эффектов, существенных для исследуемого процесса. 4. Оператор математической модели исследуемого процесса.

##### **II. В каком случае применяется теория подобия?**

1. При отсутствии математического описания исследуемого процесса. 2. Исследуемые процессы описываются похожими уравнениями. 3. Имеется математическое описание исследуемого процесса в виде дифференциальных уравнений. 4. Имеются математическое описание исследуемого процесса в виде дифференциальных уравнений и условия однозначности.

##### **III. В каком случае применяется метод анализа размерностей?**

1. При отсутствии математического описания исследуемого процесса. 2. Исследуемые процессы описываются похожими уравнениями. 3. Имеется математическое описание исследуемого процесса в виде дифференциальных уравнений. 4. Имеются математическое описание исследуемого процесса в виде дифференциальных уравнений и условия однозначности.

##### **IV. В чем заключается полное гидродинамическое подобие?**

1. Выполнение только условия геометрического подобия. 2. Выполнение только условия динамического подобия. 3. Необходимо выполнение условий геометрического и кинематического подобия. 4. Необходимо выполнение условий геометрического, кинематического и динамического подобия.

##### **V. В чем заключается физический смысл числа Эйлера?**

1. Величина, пропорциональная отношению сил тяжести к силам инерции. 2. Величина, пропорциональная отношению сил инерции к силам вязкого трения. 3. Величина, пропорциональная отношению сил инерции к силам давления. 4. Величина, пропорциональная отношению сил давления к силам инерции.

**VI.** В чем заключается физический смысл числа Рейнольдса?

1. Величина, пропорциональная отношению сил инерции к силам вязкого трения. 2. Величина, пропорциональная отношению сил вязкого трения к силам инерции. 3. Величина, пропорциональная отношению сил тяжести к силам инерции. 4. Величина, пропорциональная отношению сил поверхностного натяжения к силам инерции.

**VII.** В чем заключается физический смысл чисел Маха и Коши?

1. Величина, пропорциональная отношению сил инерции к силам упругости. 2. Величина, пропорциональная отношению сил упругости к силам инерции. 3. Величина, пропорциональная отношению сил поверхностного натяжения к силам упругости. 4. Величина, пропорциональная отношению сил упругости к силам поверхностного натяжения.

**VIII.** В чем состоит подобие процессов конвективного теплообмена?

1. Подобные процессы должны быть качественно одинаковыми. 2. Условия однозначности должны быть одинаковыми во всем. 3. Одноименные критерии подобия должны иметь одинаковые числовые значения. 4. Выполнение всех выше перечисленных пунктов.

**IX.** Что характеризует число Нуссельта?

1. Отношение внутреннего термического сопротивления к внешнему термическому сопротивлению теплоотдачи. 2. Соотношение между интенсивностью теплоотдачи и температурным полем в пограничном слое потока. 3. Соотношение сил вязкого трения к силам подъема. 4. Отношение внешнего термического сопротивления теплоотдачи к силам подъема.

**X.** В чем физический смысл числа Пекле? 1. Отношение конвективного и молекулярного переносов тепла в потоке. 2. Соотношение между интенсивностью теплоотдачи и температурным полем в пограничном слое потока жидкости. 3. Отношение сил тяжести к силам упругости. 4. Характеризует подъемную силу, возникающую в жидкости вследствие разности плотностей.

**XI.** Что характеризует число Прандтля?

1. Подъемную силу, возникающую в жидкости вследствие разности плотностей. 2. Отношение сил тяжести к силам давления. 3. Меру подобия полей температур и скоростей в конвективном теплообмене. 4. Отношение конвективного и молекулярного переносов тепла в потоке.

**XII.** Что является необходимым и достаточным признаком подобия вентиляторов?

1. Выполнение условия геометрического подобия. 2. Выполнение условия кинематического подобия. 3. Выполнение условия динамического подобия. 4. Выполнение вышеназванных пунктов и равенство коэффициентов быстродействия.



## Шкала оценивания

Для оценивания уровня подготовленности студента может использоваться следующая шкала:

- студент ответил правильно на 90-100 % заданных вопросов, - **«отлично»**;
- студент ответил правильно на 75-89 % заданных вопросов – **«хорошо»**;
- студент ответил правильно на 60-74% заданных вопросов – **«удовлетворительно»**;
- студент ответил правильно на менее чем 60% заданных вопросов – **«неудовлетворительно»**.

Выполнение контрольных работ осуществляется в соответствии с методическими указаниями для выполнения контрольных работ по дисциплине.

Для оценивания уровня подготовленности студента может использоваться следующая шкала:

- план контрольной работы соответствует теме, содержание параграфов в полной мере раскрывает тему исследования, выводы представляют интерес, логично следуют из изложенного в контрольной работе материала, студент справился с практическим заданием (выполнено правильно более 50% задания варианта), в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, – **«зачтено»**;
- план контрольной работы не соответствует теме, содержание параграфов не раскрывает тему исследования, в работе отсутствуют выводы, в освещении вопросов содержатся грубые ошибки, студент не справился с практическим заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач и т.д., а также выполнена не самостоятельно – **«не зачтено»**.

### *11.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации*

Согласно положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов уровень усвоения студентом учебного материала определяется экзаменационными оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Результаты сдачи недифференцированных зачетов оцениваются отметкой «зачтено» и «не зачтено».

## Вопросы к экзамену

- 1) Виды моделирования используемые при решении технических задач
- 2) Вторая теорема подобия.
- 3) Выбор базисных параметров при физическом моделировании
- 4) Динамическое подобие механических систем

- 5) Дифференциальные уравнения
- 6) Контролируемые и неуправляемые факторы модели
- 7) Краевые условия при физическом моделировании
- 8) Критерии и симплексы при физическом моделировании
- 9) Логическая постановка и схема решения многовариантных научных задач
- 10) Моделирование и его применение к решению задач техники и научных исследований
- 11) Определение критериев подобия методом анализа размерностей
- 12) Основные понятия метода математического планирования и анализа экспериментов
- 13) Основные физические величины и физические константы, их определение и единицы их измерения
- 14) Основные физические явления и законы
- 15) Первая теорема подобия.
- 16) Получение критериев при физическом моделировании
- 17) Приемы работы с компьютером как средством управления информацией для решения задач в области прикладной механики
- 18) Разработка графической модели при физическом моделировании
- 19) Решение критериального уравнения при физическом моделировании
- 20) Системы компьютерной математики для решения задач в области прикладной механики
- 21) Составление критериального уравнения при физическом моделировании
- 22) Теоретические основы подобия.
- 23) Третья теорема подобия
- 24) Физико-механические характеристики материалов и методы их определения.
- 25) Эквивалентные расчетные схемы механических систем
- 26) Этапы расчета масштабного фактора при физическом моделировании
- 27) основные физические явления и законы
- 28) Основные физические величины и физические константы, их определение и единицы их измерения
- 29) Системы компьютерной математики для решения задач в области прикладной механики
- 30) Физико-механические характеристики материалов и методы их определения
- 31) Определить критерии подобия путем приведения уравнения к безразмерному виду
- 32) Определить критерии подобия методом анализа размерностей
- 33) Выбрать базисные, граничные и побочные параметры при физическом моделировании
- 34) Назовите физико-математические методы для решения практических задач с помощью систем компьютерной математики
- 35) Экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций
- 36) Виды моделирования, используемые при решении технических задач.

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет» являются положительными.

Основанием для определения оценок служит уровень освоения обучающимися учебного материала, формирования компетенций, предусмотренных РПД.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного или письменного экзамена.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации **включают:** - вопросы для проведения экзамена.

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время промежуточной аттестации определяется с использованием следующей шкалы по следующим критериям:

Оценка «отлично» / «зачтено» ставится, если:

- полно раскрыто содержание материала;
- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;
- продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;
- точно используется терминология;
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
- ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;
- продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;
- допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «хорошо» / «зачтено» ставится, если:

- вопросы излагаются систематизированно и последовательно;
- продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;
- продемонстрировано усвоение основной литературы.
- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя;
- допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» ставится, если:

– усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;

– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;

– продемонстрировано усвоение основной литературы.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» ставится, если:

– не раскрыто основное содержание учебного материала;

– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

– не сформированы компетенции, умения и навыки

При проведении зачета преподавателям кафедр рекомендуется учитывать академическую активность обучающихся в течение семестра.

# **АННОТАЦИЯ**

рабочей программы дисциплины

## **Теория подобия**

**Направление подготовки - 15.03.03 «Прикладная механика»**

**Профиль – «Надежность и безопасность машин»**

**Квалификация – бакалавр**

**Форма обучения – очная**

1. Цель дисциплины: приобретение студентами знаний основ теории подобия, видов и групп критериев, способов их получения, структуры критериальных уравнений, а также основ физического моделирования при решении задач прикладной механики и методам планирования эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к КПВ вариативной части блока Б1.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие компетенций (коды, в соответствии с ФГОС ВО): ПК-7, ПК-10.

4. Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы (108 часа).

5. Основные разделы дисциплины:

- Теория подобия;
- Основы физического моделирования;
- Планирование эксперимента;
- Техника экспериментальных исследований;

6. Автор: Тихомиров Виктор Петрович, зав. каф. «ДМ», д.т.н., профессор

7. Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры

«Детали машин» от « 30 » 08 2018 г., протокол № 8 и утверждена «31» 08 2018 г. первым проректором по учебной работе.