

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**ФТД.02**

Методы подобия и размерности в механике

Учебный план: 2025-2026 15.04.02 ИИТА КИТМ ОО №2-1-87.plx

Кафедра: **28** Машиноведения

Направление подготовки:  
(специальность) 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:  
(специализация) Компьютерный инжиниринг технологических машин

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	16	16	39,75	0,25	2	Зачет
	РПД	16	16	39,75	0,25	2	
Итого	УП	16	16	39,75	0,25	2	
	РПД	16	16	39,75	0,25	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Усов Алексей Георгиевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машиноведения

\_\_\_\_\_

Марковец Алексей  
Владимирович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Марковец Алексей  
Владимирович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области методов подобия и размерности в механике.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- Моделирование физических моделей в заданных масштабах.
- Разработка физических моделей, подобных исходным, с учетом теории размерности.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математическое моделирование

Технологические процессы производства текстильной и легкой промышленности

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен сопровождать жизненный цикл продукции машиностроения
<b>Знать:</b> особенности разработки математических моделей узлов машин и механизмов с применением методов подобия и размерностей.
<b>Уметь:</b> осуществлять постановку задач натурного и математического моделирования методами теории подобия и размерности.
<b>Владеть:</b> навыками разработки физических и математических моделей исследуемых машин и механизмов на базе теории подобия и размерностей.
ПК-2: Способен исследовать производство и формировать предложения по его совершенствованию
<b>Знать:</b> возможности теории подобия и размерностей для моделирования процессов и явлений в механике применительно к задачам.
<b>Уметь:</b> определять критерия подобия применительно к задачам профессиональной деятельности.
<b>Владеть:</b> навыками проведения анализа размерностей применительно к задачам профессиональной деятельности.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Основы теории подобия и анализа размерностей	3					С
Тема 1. Натурное моделирование и проблемы обеспечения физического подобия при изменении масштаба объекта. Виды подобия, критерии подобия, переход от характеристик, полученных на модели, к характеристикам исходного объекта. Практическое занятие: Основы подобия и анализа размерностей. Натурное моделирование приемно-намоточного механизма рычажного типа		6	4	11	ГД	
Тема 2. Теория размерностей. Выбор безразмерных комбинаций значимых переменных. Практическое занятие: Выбор безразмерных комбинаций параметров для значимых переменных		6	6	8	ГД	
Раздел 2. Методика решения практических задач на основе теории подобия и анализа размерностей						С,3
Тема 3. Теория подобия в задачах гидро- и аэромеханики		2		7	ГД	
Тема 4. Методика моделирования равновесия упругих конструкций. Исследование эффективности работы демпфера сухого трения. Практическое занятие: Моделирование равновесия упругих конструкций		2	6	13,75	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	16	39,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		32,25		39,75		

### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Называет виды подобия, критерии подобия применительно к разрабатываемым математическим моделям узлов машин. Осуществляет постановку цели исследований для разработки физических и математических моделей методами теории подобия и размерности. Использует методы теории подобия при разработке математических моделей узлов машин и механизмов	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированное задание
ПК-2	Называет задачи механики, решение которых возможно с использованием теории подобия и размерности. Применяет методы теории подобия и размерности при решении	Вопросы устного собеседования Практико-

	задач механики Решает задачи механики методами теории подобия и размерности	ориентированное задание
--	--	-------------------------

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Ответ в целом качественный, основанный на всех обязательных источниках информации. Могут иметь место небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки при решении примеров и задач. Магистрант демонстрирует понимание предмета.	
Не зачтено	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Наличие грубых ошибок при решении примеров и задач. Непонимание заданного вопроса. Использование неразрешенных источников информации.	

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Что такое натурное моделирование и как обеспечивается физическое подобие при изменении масштаба объекта
2	Какие существуют виды подобия и как осуществляется переход от характеристик, полученных на модели, к характеристикам исходного объекта
3	Каковы основные положения теории размерностей
4	В чем суть теоремы Букингема и пи-теоремы
5	Как выбрать безразмерные комбинации значимых переменных
6	Сущность и применение критериев подобия в механике сплошной среды
7	Методика моделирования равновесия упругих конструкций
8	Методы повышения эффективности работы демфера сухого трения

#### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

#### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в Приложении к данной РПД

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

☐ +

Письменная

☐ +

Компьютерное тестирование

☐

Иная

☐

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Вначале магистрант решает задачу в течение 25 мин., затем готовится к ответу на вопрос теории в теч. 15 мин. и отвечает на него.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Крамаренко, Н. В.	Методы подобия в механике. Анализ размерностей	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/99350.html">http://www.iprbookshop.ru/99350.html</a>
Крамаренко, Н. В.	Методы подобия в механике. Анализ уравнений	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91243.html">http://www.iprbookshop.ru/91243.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Папуша, А. Н.	Механика сплошных сред	Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91963.html">http://www.iprbookshop.ru/91963.html</a>
Ткаченко, С. В.	Основные определения и теоремы теории функций комплексного переменного	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	<a href="https://www.iprbookshop.ru/88792.html">https://www.iprbookshop.ru/88792.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)  
Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>  
Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД <http://library.sutd.ru>  
Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MATLAB

1С-Битрикс: Внутренний портал учебного заведения

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

Microsoft Windows Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

## Приложение

рабочей программы дисциплины

Методы подоби́я и размерности в механике

наименование дисциплины

по направлению подготовки  
наименование ОП (профиля):

15.04.02 Технологические машины и оборудование  
Компьютерный инжиниринг технологических машин

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
Семестр 3	
1	Анализ размерностей показывает, что период колебаний всей системы маятника определяется формулой $T = \text{const} \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ что такое $\text{const}$ и как от него зависит период колебаний маятника любой длины $\ell$ .
2	Пусть $y = f(x_1, \dots, x_n)$ . Обозначим через $y' = f(x'_1, \dots, x'_n)$ . Численные значения $y$ и $y'$ зависят от единиц их измерения. Пусть $\frac{y}{y'} = \frac{f(x_1, \dots, x_n)}{f(x'_1, \dots, x'_n)} = \varphi(\alpha).$ Найти вид $\varphi(\alpha)$ при различных единицах измерения.
3	Написать ускорение в виде безразмерной величины, зная, что $g = 9.81 \text{ м/с}^2$
4	Показать, что с точки зрения теории размерности $\frac{\Delta \ell}{\ell}$ – безразмерная
5	Исходя из теории размерности, показать справедливость постоянства энергии в автономной консервативной системе
6	Сколько независимых размерных величин в механике независимы?
7	Написать размерность силы $[F]$ в физической системе единиц.