

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

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 №2-1-87plx

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

Знать: особенности разработки математических моделей узлов машин и механизмов с применением методов подобия и размерностей.

Уметь: осуществлять постановку задач натурного и математического моделирования методами теории подобия и размерности.

Владеть: 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

Знать: возможности теории подобия и размерностей для моделирования процессов и явлений в механике применительно к задачам.

Уметь: определять критерия подобия применительно к задачам профессиональной деятельности.

Владеть: 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					
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	C
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						
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	C,3
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	16	39,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		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 засчитано	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 демпфера 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
6.1.1 Основная учебная литература				
Крамаренко, Н. В.	Методы подобия в механике. Анализ размерностей	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2020	http://www.iprbookshop.ru/99350.html
Крамаренко, Н. В.	Методы подобия в механике. Анализ уравнений	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2018	http://www.iprbookshop.ru/91243.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Папуша, А. Н.	Механика сплошных сред	Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований	2019	http://www.iprbookshop.ru/91963.html
Ткаченко, С. В.	Основные определения и теоремы теории функций комплексного переменного	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	https://www.iprbooks hop.ru/88792.html

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 подобия 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 const и как от него зависит период колебаний маятника любой длины ℓ .
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.