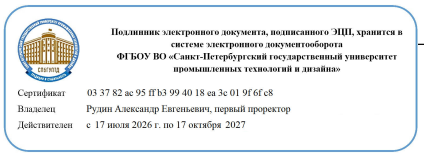
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по УР



_____А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.10 Динамика узлов и механизмов машин

Учебный план: 2026-2027 15.03.02 ИИТА КИТМ ОО №1-1-148.plx

Кафедра: 28 Машиноведения

Направление подготовки: (специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: (специализация) Компьютерный инжиниринг технологических машин

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
7	УП	32	32	51	29	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	32	32	51	29	4	
Итого	УП	32	32	51	29	4	
	РПД	32	32	51	29	4	

Санкт-Петербург
2026

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор	_____	Марковец Алексей Владимирович
кандидат технических наук, Доцент	_____	Мартынчик Ксения Игоревна
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 анализа динамики узлов и механизмов технологических машин, совершенствования конструкций проектируемого оборудования, снижения виброактивности, уменьшения динамических нагрузок, повышения надежности и долговечности работы.

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть причины, вызывающие рост колебаний узлов и механизмов машин, появление резонансов

Раскрыть принципы аналитического и численного решения задач динамического анализа технологических машин

Показать пути снижения нежелательных колебательных явлений и динамических нагрузок на стадии проектирования, модернизации, изготовления и монтажа технологического оборудования

Предоставить обучающимся возможности для формирования умений и навыков в области анализа динамики машин, виброзащиты и динамического гашения колебаний

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Теоретическая механика

Сопротивление материалов

Системы компьютерной математики

Теория механизмов и машин

Теория колебаний

Детали машин

Математические модели узлов технологических машин

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области компьютерного инжиниринга технологических машин
Знать: методы теоретических исследований динамики технических систем и методы снижения виброактивности механизмов
Уметь: оценивать динамические характеристики механизмов
Владеть: навыками обработки результатов теоретического исследования динамики технологических машин

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. Динамика быстровращающихся роторных узлов	7					О
Тема 1. Динамическая и математическая модели жесткого ротора в упругих опорах. Исследование математической модели ротора. Критические частоты. Амплитудно-частотные характеристики. Анализ возможности появления параметрических резонансных колебательных режимов из-за анизотропии упругих опор ротора. Снижение виброактивности ротора (инженерные рекомендации) Практическое занятие: Динамическая и математическая модели ротора в упругих опорах		5	5	8	ГД	
Тема 2. Балансировка роторов машин, общие положения. Допустимые дисбалансы по различным нормам и стандартам. Классы точности балансировки роторов в зависимости от типа машин, места установки. Статическая балансировка роторов. Динамическая балансировка роторов. Применяемое для этой цели оборудование (на примере балансировки жестких роторов). Практическое занятие: Динамическая и математическая модели ротора в упругих опорах		5	5	8		
Раздел 2. Снижение виброактивности механизмов. Динамическое гашение колебаний						О
Тема 3. Основные типы конструкций разгружающих устройств и их применение в технологическом оборудовании. Анализ работы разгружающих устройств, устанавливаемых между: выходным звеном – стойкой, приводом – стойкой, приводом – выходным звеном механизма. Практическое занятие: Динамическая разгрузка		5	5	7		
Тема 4. Принципы динамического гашения колебаний. Пружинные одномассовые инерционные динамические гасители колебаний. Катковые инерционные динамические гасители колебаний. Маятниковые инерционные динамические гасители колебаний. Поглотители колебаний с вязким трением. Практическое занятие: Динамическое гашение колебаний		5	5	7	ГД	
Раздел 3. Защита оборудования (фундаментов) от кинематических (силовых) внешних воздействий						О

Тема 5. Статический расчет и статическое выравнивание оборудования на виброизоляторах Практическое занятие: Виброизоляция		4	4	7		
Тема 6. Динамический расчет системы виброизоляции. Принцип мягкой подвески Практическое занятие: Виброизоляция		4	4	7		
Тема 7. Оптимальный синтез линейного виброизолятора на примере математических моделей защищаемых объектов с одной степенью свободы Практическое занятие: Виброизоляция		4	4	7	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		32	32	51		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		4,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		68,5		75,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Целью курсовой работы является развитие и закрепление теоретических знаний и практических навыков исследования динамики узлов машин и механизмов по математическим моделям с широким использованием возможностей современных ЭВМ.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): В курсовой работе проводится изучение проблемы виброзащиты объекта с двумя степенями свободы, для которого необходимо рассчитать параметры инерционного динамического гасителя колебаний и выполнить статический расчет системы виброизоляции.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется индивидуально с использованием ЭВМ.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом 20–25 листов формата А4, содержащей следующие обязательные элементы:

Титульный лист.

Задание на курсовую работу, подписанное руководителем, исполнителем и утвержденное заведующим кафедрой.

Введение.

Разработка динамической модели.

Разработка алгоритма и программы на ЭВМ.

Исследование динамики по разработанной программе с получением результатов счета в виде таблиц и графиков.

Анализ результатов счета и выводы.

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	Раскрывает особенности динамического анализа быстровращающихся роторных узлов машин; описывает принципы виброзащиты оборудования Выполняет частотный и модальный анализ динамических систем, определяет критические частоты роторных узлов, исследует амплитудно-частотные характеристики механических систем Разрабатывает алгоритмы и программы для исследовании динамики узлов машин и механизмов, оформляет результаты исследований	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в	Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной

	оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям.
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Все заданные вопросы освещены в необходимой полноте и с требуемым качеством. Ошибки отсутствуют. Самостоятельная работа проведена в достаточном объеме, но ограничивается только основными рекомендованными источниками информации. Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы.
3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием. Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления или сроки представления работы.
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Содержание работы полностью не соответствует заданию. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.

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 7	
1	Структура машины и машинного агрегата.
2	Динамическая и математическая модели жесткого ротора в упругих опорах.
3	Критические частоты.
4	Амплитудно-частотная характеристика ротора, самоцентрирование.
5	Типы неуравновешенности ротора, виды балансировки жесткого ротора в упругих опорах.

6	Статическая и динамическая балансировка ротора.
7	Основные типы конструкций разгружающих устройств; способы установки.
8	Анализ работы разгружающих устройств, установленных между: выходным звеном – стойкой; приводом – стойкой; приводом – выходным звеном.
9	Динамическое гашение колебаний.
10	Пружинные одномассовые инерционные динамические гасители колебаний.
11	Катковые инерционные динамические гасители колебаний.
12	Маятниковые инерционные динамические гасители колебаний.
13	Поглотители колебаний с вязким трением. Их конструктивные схемы.
14	Основные понятия и определения теории виброзащиты.
15	Статический расчет и выравниванием защищаемого объекта относительно фундамента.
16	Динамический расчет системы амортизации защищаемого объекта относительно фундамента.
17	Оптимальный синтез линейного амортизатора; принцип мягкой подвески.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. На гибкий стальной вал диаметром d, длиной 2L насажен диск диаметром B и толщиной h. Центр тяжести диска расположен на расстоянии e от оси вращения вала. Определить критическую скорость вала и наибольшие напряжения в нем при w1. Массой вала пренебречь.

2. Для заданной одномассовой механической системы вывести уравнение движения для случая силового внешнего воздействия

3. Машина вращятельного движения установлена через систему пружин и демпферов. Задана масса машины, неуравновешенность, угловая скорость. Выбрать жесткость пружин и коэффициенты демпфирования, если амплитуда колебаний машины не должна превышать заданного значения, а на фундамент передавалась бы минимальная сила.

4. Необходимо изолировать прибор массой 20 кг. от вибраций, вызываемых работой двигателя, вращающегося со скоростью 1800-2400 об/мин. Пренебрегая демпфированием, подобрать жесткость пружин для монтажа прибора так, чтобы коэффициент передачи сил был меньше 0,2.

5. Разработать алгоритм и программу численного моделирования движения механической системы по заданному дифференциальному уравнению

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

В процессе сдачи экзамена студент устно отвечает на два вопроса и решает задачу. Время на подготовку ответов на вопросы и решение задачи не превышает 40 минут. Не допускается использование текстов лекций и справочных материалов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Мазин Л. С., Марковец А. В.	Математические модели узлов машин и механизмов как объектов управления	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020288
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Мазин Л.С., Марковец А.В., Мартынчик К.И., Бабкина Н.М.	Динамика лифтов и эскалаторов. Практические занятия	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019146

Е., Стюарт, Иванов, А. П.	Динамика систем с неравенствами: удары и жесткие связи	Москва, Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований	2019	http://www.iprbookshop.ru/92079.html
Аврамов, К. В., Михлин, Ю. В.	Нелинейная динамика упругих систем. Т.1. Модели, методы, явления	Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований	2019	http://www.iprbookshop.ru/92107.html
Аврамов, К. В., Михлин, Ю. В.	Нелинейная динамика упругих систем. Т.2. Приложения	Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований	2019	http://www.iprbookshop.ru/92108.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: https://www.scopus.com

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: http://www.iprbookshop.ru/

Информационно-справочная система документации MATLAB на русском языке [Электронный ресурс]. URL: https://docs.exponenta.ru/

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

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

Octave

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Корпоративный справочник Материалы и Сортаменты

Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения Пакет обновления КОМПАС-3D

MATLAB

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