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

Подлинник электронного документа, подписанного ЭЦП, хранится в системе электронного документооборота ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
Сертификат 03 37 82 ae 95 ff b3 99 40 18 ea 3c 01 9f 6f e8
Владелец Рудин Александр Евгеньевич, первый проректор
Действителен с 17 июля 2026 г. по 17 октября 2027

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.04 Теория колебаний

Учебный план: 2026-2027 15.03.02 ИИТА КИТМ ЗАО №1-3-148.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: заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	8	16	102	18	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	8	16	102	18	4	
Итого	УП	8	16	102	18	4	
	РПД	8	16	102	18	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):

кандидат технических наук, Доцент	_____	Шарапин Игорь Александрович
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 теории колебаний применительно к решению задач повышения надёжности, долговечности и увеличения производительности современного технологического оборудования.

1.2 Задачи дисциплины:

Ознакомить с общими теоретическими закономерностями колебательных процессов различного физического происхождения;

Выявить связи между уровнем колебаний и проблемой обеспечения надежности и долговечности современных машин и приборов;

Показать способы составления динамических моделей и их математического описания.

Предоставить обучающимся возможности для формирования умений и навыков расчёта типовых колебательных режимов и способов их подавления.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Детали машин

Теория механизмов и машин

Теоретическая механика

Системы компьютерной математики

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: алгоритм и особенности составления динамических моделей приводов машин для различного количества степеней их свободы; методы решения систем дифференциальных уравнений разной степени сложности с получением конечных результатов; способы виброзащиты объектов исследований
Уметь: выполнять расчеты и определять соответствие полученных результатов возможностям исследуемой реальной механической системы; влиять на физические характеристики машины с целью её отстройки (настройки) на требуемый вибродинамический режим работы
Владеть: навыками получения и анализа информации для выполнения динамических расчётов машин и механизмов; кругозором в области анализа динамических систем с целью получения заданных технических характеристик оборудования

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Динамические модели механических систем	3				
Тема 1. Общие сведения о механических колебаниях. Этапы динамического расчета. Классификация механических колебаний. Исходные предпосылки и принципы при составлении динамической модели.		0,5		14	ГД
Тема 2. Характеристики элементов динамических моделей. Приведение инерционных характеристик. Характеристики упругих и диссипативных элементов и их приведение. Программное движение звеньев механизмов Практическое занятие: Разработка динамических моделей механических систем		1	1	14	
Раздел 2. Математические модели механических систем					
Тема 3. Некоторые сведения из аналитической механики применительно к задачам колебаний механизмов и машин		0,5		14	
Тема 4. Составление системы дифференциальных уравнений на базе уравнения Лагранжа второго рода и квадратичных форм. Составление систем дифференциальных уравнений с помощью обратного способа. Практическое занятие: Разработка математических моделей механических систем		2	2	15	ГД
Раздел 3. Анализ колебаний механических систем. Виброзащита					
Тема 5. Свободные колебания линейных систем. Свободные колебания системы с одной и двумя степенями свободы. Влияние сил сопротивления на свободные колебания. Определение собственных частот и форм колебаний линейных систем. Практическое занятие: Свободные колебания линейных систем		2	6	15	
Тема 6. Вынужденные колебания линейных систем. Построение общего решения при гармонической вынуждающей силе. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при гармонической вынуждающей силе. Влияние линейной силы сопротивления на вынужденные колебания. Исследование амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик. Кинематическое возмущение Практическое занятие: Вынужденные колебания линейных систем		1	6	15	ГД

Тема 7. Виброзащита. Общие сведения. Уменьшение вынуждающих сил (снижение внешней виброактивности). Рациональный выбор параметров системы (снижение внутренней виброактивности). Виброизоляция. Динамическое гашение и динамическая разгрузка. Практическое занятие: Расчет параметров при виброизоляции		1	1	15	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		8	16	102	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		4,5		13,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		28,5		115,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Цель: привить навыки расчетов колебаний и практического применения современных методов анализа колебательных систем; закрепить и развить понимание основных закономерностей колебательных явлений, сформированных при изложении лекционного курса.

Задачи работы:

– разработка динамической и математической модели привода машины;
– расчет собственных частот и форм колебаний привода машины;
– расчет амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик привода
– расчет виброизоляции машины.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Расчет колебательной системы привода машины (по вариантам)

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

Курсовая работа выполняется в виде пояснительной записки, содержащей титульный лист, бланк задания, содержание, введение, основную часть, заключения, список использованных источников, приложения. Основная часть пояснительной записки должна содержать следующие разделы: разработка динамической модели привода; разработка математической модели привода; частотный анализ крутильных колебаний привода; анализ вынужденных колебаний привода; виброизоляция машины. В приложение включаются результаты расчетов. Объем пояснительной записки 20-25 стр.

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	Характеризует последовательность и содержание этапов разработки динамической модели привода машины с учетом цели исследования; объясняет методику исследований уравнений математической модели механической системы; называет способы уменьшения (устранения) нежелательных колебательных режимов работы привода машины Выполняет частотный и модальный анализ анализируемой механической системы с использованием типовых методов расчета, интерпретирует полученные результаты вычислений; дает инженерные рекомендации по выбору параметров (частотный диапазон, упруго-диссипативные характеристики) привода машины на основе анализа результатов динамического расчета Разрабатывает динамическую и математическую модель привода машины с учетом цели исследования и конструктивных особенностей; анализирует с использованием типовых методов теории колебаний режимы работы привода и дает инженерные рекомендации по выбору оптимальных параметров работы	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 оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной 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
Курс 3	

1	Этапы динамического расчета механических систем. Классификация колебаний
2	Принципы составления динамических моделей механизмов. Число степеней свободы динамической модели
3	Характеристики инерционных элементов динамических моделей. Приведение инерционных характеристик
4	Характеристики упругих элементов динамических моделей. Приведение инерционных характеристик при параллельном и последовательном соединении
5	Параметры диссипации и их приведение. Коэффициент рассеяния. Логарифмический декремент
6	Геометрические характеристики механизма. Динамические критерии кинетостатической модели
7	Связи, реализуемые в механизмах. Обобщенные координаты. Кинетическая и потенциальная энергия. Обобщенные силы
8	Получение математической модели на базе уравнений Лагранжа второго рода (на примере механической системы с одной степенью свободы)
9	Получение математической модели системы с конечным числом степеней свободы на базе уравнения Лагранжа второго рода с использованием квадратичных форм
10	Получение систем дифференциальных уравнений с использованием обратного способа
11	Свободные колебания линейной системы с одной степенью свободы при отсутствии силы сопротивления
12	Влияние линейной силы сопротивления на свободные колебания линейной системы с одной степенью свободы
13	Влияние постоянной силы сопротивления на свободные колебания линейной системы с одной степенью свободы
14	Свободные колебания системы с двумя степенями свободы
15	Определение собственных частот и форм колебаний систем с конечным числом степеней свободы
16	Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при гармонической вынуждающей силе
17	Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при гармонической вынуждающей силе и линейной силе сопротивления
18	Исследование амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик
19	Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы при гармонической вынуждающей силе
20	Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы для случая кинематического внешнего воздействия
21	Расчет вынужденных колебаний при периодической вынуждающей силе с помощью метода гармонического анализа
22	Виброизоляция: определение параметров упругого подвеса для случая одномассовой динамической модели и гармонической вынуждающей силе
23	Виброизоляция: определение параметров упругого подвеса для случая одномассовой динамической модели и изменении положения центра масс

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Для заданной динамической модели механической системы определить приведенный коэффициент жесткости

2. Выполнить приведение инерционных характеристик для заданной механической системы

3. Составить дифференциальное уравнение для заданной одномассовой динамической модели

3. Составить дифференциальное уравнение для заданной двухмассовой динамической модели

4. Для заданной одномассовой динамической модели определить собственную частоту и период свободных колебаний

5. Для заданной одномассовой динамической модели определить амплитуду вынужденных колебаний

6. Для заданной динамической модели машины на упругом основании определить силу, передающуюся на фундамент

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

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 40 мин. В это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и решение практической задачи. Для выполнения практической задачи обучающему необходимо иметь калькулятор.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Вульфсон И. И., Грибкова Т. С.	Теория колебаний. Курсовая работа	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020289
Вульфсон И. И., Преображенская М. В.	Колебания в цикловых механизмах	СПб.: СПбГУПТД	2013	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1270
Вульфсон И. И., Шарапин И. А., Преображенская М. В.	Расчет колебаний привода машины. Издание 2-ое, переработанное и дополненное	СПб.: СПбГУПТД	2013	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1262
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Вульфсон И. И., Грибкова Т. С., Преображенская М. В.	Механика машин и теория колебаний. Методика решения типовых задач по теории колебаний	СПб.: СПбГУПТД	2016	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3137
Вульфсон И. И., Шарапин И. А.	Теория колебаний. Виброизоляция машин	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017667

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

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 Пакет обновления КОМПАС-3D

MATLAB

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

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