

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Тверской государственный технический университет
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова

« _____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины» (модули)
«Прикладная теория колебаний»

Направление подготовки специалистов: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Направленность (специализация) подготовки: подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Типы задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский, научно-исследовательский

Форма обучения – очная, заочная

Машиностроительный факультет
Кафедра прикладной физики

Тверь 20 ____

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы,
доцент каф. прикладной физики

А.Ф. Гусев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной физики

« ____ » _____ 20 ____ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой

А.Н. Болотов

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Прикладная теория колебаний» является формирование компетенций в области динамики колебательных систем и возможностях их применения при решении задач, возникающих в их последующей проектно-конструкторской и исследовательской профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- получение знаний о базовых идеях и подходах к описанию и исследованию колебательных процессов в технических системах;
- формирование умения применять методы математического, физического описания и экспериментального исследования механических колебаний.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Прикладная теория колебаний» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» в структуре ОП ВО.

Для освоения дисциплины «Прикладная теория колебаний» требуются знания, умения и навыки, полученные при изучении курсов дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика».

Дисциплина является связующим звеном для естественнонаучных и инженерных дисциплин. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин, сопряженных с профессиональными стандартами и профильной направленностью.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей

Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.3. Понимает суть физических процессов и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизм

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. На соответствующем теоретическом уровне теорию колебательных процессов применительно к механическим системам.

Уметь:

У1. Применять основные методы моделирования и экспериментального исследования динамических систем, имеющих колебательный характер при решении инженерных и научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности

ОПК-5. Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов

ИОПК-5.2. Выполняет расчеты, моделирование и проектирование технических объектов и технологических процессов с применением прикладных программ

Знать:

З1. Знать основные методы математического описания динамических моделей колебательных механических систем

Уметь:

У1. Применять на практике аналитические и численные методы решения уравнений колебаний при расчёте параметров динамических систем машин в том числе с применение математических пакетов и прикладных программ

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, выполнение лабораторных работ, самостоятельная работа студентов

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1-А. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		Не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		30
Самостоятельная работа (всего)		27+36 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям - подготовка к лабораторным работам		0 15
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (модульно-рейтинговый, зачёт, экзамен)		12
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1-Б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	3	108

Аудиторные занятия (всего)		12
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия (ПЗ)		Не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		8
Самостоятельная работа (всего)		87+ 9 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Контрольная работа		20
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы:		
- подготовка к практическим занятиям		0
- подготовка к лабораторным работам_		32
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (модульно-рейтинговый, зачёт, экзамен)		25
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1. Структура дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2-А. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Свободные колебания механических систем с одной степенью свободы.	36	6	-	12	8+10(экз)
2	Вынужденные колебания в механических системах. Основы виброзащиты	28	4	-	6	8+10(экз)
3	Колебания механических систем с двумя и более степенями свободы	25	2	-	8	7+8(экз)
4	Нелинейные колебательные системы	19	3	-	4	4+8(экз)
Всего на дисциплину:		108	15	-	30	27+36(экз)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2-Б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
---	---------------------	--------------	--------	------------------	-------------	-------------

1	Свободные колебания механических систем с одной степенью свободы.	34	1	-	2	28+3(экз)
2	Вынужденные колебания в механических системах. Основы виброзащиты	30	1	-	2	24+3(экз)
3	Колебания механических систем с двумя и более степенями свободы	25	1	-	2	20+2(экз)
4	Нелинейные колебательные системы	19	1	-	2	15+1(экз)
Всего на дисциплину:		108	4	-	8	87+9(экз)

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1. «Свободные колебания механических систем с одной степенью свободы»

Предмет и метод дисциплины ПТК. Механические колебания. Роль колебаний в технике. Классификация колебательных процессов.

Гармонические колебания. Уравнение и график колебаний. Представление колебаний с помощью векторной диаграммы. Сложение колебаний одного направления. Биения. Гармонический анализ сложных периодических колебаний. Представление колебаний с помощью фазовой диаграммы.

Собственные (свободные) незатухающие колебания Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения в общем виде и в амплитудной форме. Амплитуда, частота и начальная фаза собственных колебаний.

Примеры простейших гармонических осцилляторов: пружинный маятник, гравитационный физический маятник; торсионный крутильный маятник, упругая балка.

Энергетический метод определения частот колебаний. Применение энергетического метода для учета распределенных масс (на примере пружинного маятника, торсионного маятника и упругой консольной балки).

Затухающие колебания в системах с одной степенью свободы и вязким сопротивлением. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения в общем виде и в амплитудной форме. Начальная амплитуда, частота и начальная фаза затухающих колебаний. Временная зависимость амплитуды. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность.

Модуль 2. «Вынужденные колебания в механических системах. Основы виброзащиты»

Вынужденные колебания в системах с пренебрежимо малым трением. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения. Биения при вынужденных колебаниях. Резонанс.

Вынужденные колебания в системах с вязким трением. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения. Амплитуда, частота и

фаза колебаний. Амплитудно-частотная характеристика системы. Фазо-частотная характеристика. Резонанс.

Основы виброзащиты. Расчет активной и пассивной системы амортизации.

Модуль 3. «Колебания механических систем с двумя и более степенями свободы»

Колебания в системах с двумя степенями свободы. Сложение перпендикулярных колебаний.

Собственные колебания связанных систем (на примере связанных маятников). Собственные частоты синфазных и антифазных колебаний. Парциальные частоты. Биения в связанных системах. Особенности затухающих и вынужденных колебаний связанных систем. Резонанс в связанных системах. Принцип динамического гашения колебаний.

Общие сведения о колебаниях в системах с распределёнными массами.

Модуль 4. «Нелинейные колебательные системы»

Общие сведения о нелинейных колебаниях. Собственные незатухающие колебания в системах с одной степенью свободы и нелинейной восстанавливающей силой.

Затухающие колебания в нелинейных системах. Затухающие колебания при внешнем (кулоновом) трении, не зависящем от скорости.

Особенности вынужденных колебаний в нелинейных системах. Амплитудно-частотная характеристика нелинейной системы с «мягкой» и «жесткой» восстанавливающей силой.

Общие сведения о параметрических колебаниях. Особенности параметрических колебаний. Области параметрического резонанса.

Общие сведения об автоколебаниях. Маятник с «отрицательным» трением (маятник Фруда). Примеры автоколебательных систем. Основные характерные особенности автоколебательного процесса.

5.3. Лабораторные работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3-А. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Труд-ть в часах
Модуль 1. Цель: Изучение физических основ механических колебаний и ознакомление с основными методами физического моделирования.	Исследование колебаний крутильного маятника (торсионных колебаний)	4
	Исследование колебаний обратного (физического) маятника	4
	Изучение характеристик затухающих колебаний маятника с одной степенью свободы	4
Модуль 2. Приобретение навыков оценки основных характеристик колебательной системы. Изучение явления резонанса и основ виброзащиты.	Изучение вынужденных колебаний маятника с одной степенью свободы	4
	Определение параметров активной системы амортизации (расч. модель)	2

Модуль 3. Цель: Изучение закономерностей колебательных процессов в системах с двумя степенями свободы.	Сложение взаимно перпендикулярных колебаний (комп. модель)	4
	Изучение колебаний связанной системы, имеющей две степени свободы	4
Модуль 4. Изучение закономерностей колебательных процессов в нелинейной системе	Исследование затухающих колебаний наклонного маятника	4

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3-А. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Труд-ть в часах
Модуль 1. Цель: Изучение физических основ механических колебаний	Исследование колебаний крутильного маятника (торсионных колебаний)	2
Модуль 2. Приобретение навыков оценки основных характеристик колебательной системы. Изучение явления резонанса	Изучение вынужденных колебаний маятника с одной степенью свободы	2
Модуль 3. Цель: Изучение закономерностей колебательных процессов в системах с двумя степенями свободы.	Изучение колебаний связанной системы, имеющей две степени свободы	2
Модуль 4. Изучение закономерностей колебательных процессов в нелинейной системе	Исследование затухающих колебаний наклонного маятника	2

5.4. Практические занятия.

Учебным планом практические занятия не предусмотрены

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов является важным элементом учебного процесса, служащим для повторения пройденного материала, закрепления и углубления знаний, полученных на аудиторных занятиях, развития навыков самостоятельного творческого решения различного типа задач, моделирующих инженерную деятельность. Она формирует способности самостоятельно приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий, понимать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты в рамках учебного процесса.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе; в подготовке к лабораторному практикуму, текущему контролю успеваемости, зачёту.

В рамках дисциплины выполняются лабораторные работы, количество и порядок выполнения которых на каждый семестр определяется графиком. Лабораторные работы защищаются посредством тестирования или устным опросом. Оценка за каждую выполненную лабораторную работу выставляется в баллах или в процентах: максимальная оценка – 5 баллов (100 %), минимальная – 3 балла (60 %). Выполнение всех установленных графиком лабораторных работ обязательно.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Гусев, А.Ф. Прикладная теория колебаний : учеб. пособие по укрупненной группе спец. и направлений подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта"; "Наземные трансп.-технол. комплексы", "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов", уровень образования - бакалавриат / А.Ф. Гусев, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - 158 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0908-8 : [б. ц.]. - (ID=123456-70)

2. Гусев, А.Ф. Прикладная теория колебаний : учеб. пособие по укрупненной группе спец. и направлений подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта"; "Наземные трансп.-технол. комплексы", "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов", уровень образования - бакалавриат / А.Ф. Гусев, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0908-8 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122638> . - (ID=122638-1)

3. Гусев, А.Ф. Прикладная теория колебаний : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / А.Ф. Гусев, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/113748> . - (ID=113748-1)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Ильин, М.М. Теория колебаний : учебник для вузов по напр. подгот. дипломированных специалистов в обл. машиностроения и приборостроения : в составе учебно-методического комплекса / М.М. Ильин, К.С. Колесников, Ю.С. Саратов; под ред. К.С. Колесникова. - Москва : Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2001. - 271 с. : ил. - (Механика в техн. ун-те; В 8 т. ; Т. 4) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7038-1371-9 : 60 р. - (ID=10413-9)

2. Алдошин, Г.Т. Аналитическая динамика и теория колебаний : учебное пособие для студентов и аспирантов машиностроительных и физико-технических вузов / Г.Т. Алдошин. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 19.08.2022. - ISBN 978-5-8114-3432-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/213161> . - (ID=136405-0)

3. Баев, В. К. Теория колебаний : учебное пособие для вузов / В. К. Баев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 348 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08527-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа

Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494483> (дата обращения: 23.10.2022). - (ID=151012-0)

7.3. Методические материалы

1. Гусев, А.Ф. Лабораторный практикум. Прикладная теория колебаний : в составе учебно-методического комплекса / А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ ; под ред. А.Ф. Гусева . - Тверь : ТвГТУ, 2013. - (УМК-ЛР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/106819> . - (ID=106819-1)

2. Лабораторный практикум. Прикладная теория колебаний / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, М.В. Новоселова ; под ред. А.Ф. Гусева. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2013. - 60 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 62 р. 25 к. - (ID=99421-45)

3. Практические занятия (Примерные темы практических занятий. Типовые задачи) дисциплины вариативной части Блока 1 "Прикладная теория колебаний". Направление 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, специализация: Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Прикладная физика ; сост. М.В. Новоселова. - 2016. - (УМК-П). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/118842> . - (ID=118842-1)

4. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме экзамена дисциплины вариативной части Блока 1 «Прикладная теория колебаний». Направление 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, специализация: Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Прикладная физика ; сост. М.В. Новоселова. - 2016. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/118844> . - (ID=118844-1)

5. Методические рекомендации к практическим занятиям для преподавателей по дисциплине "Прикладная теория колебаний". Специальности: 190109 - Наземные транспортно-технологические средства (НТС); 190100 - Наземные транспортно-технологические комплексы (НТК) : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ ; сост. А.Ф. Гусев. - Тверь : ТвГТУ, 2014. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/106817> . - (ID=106817-1)

Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов по дисциплине "Прикладная теория колебаний". Специальности: 190109 - Наземные транспортно-технологические средства (НТС); 190100 - Наземные транспортно-технологические комплексы (НТК) : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ ; сост. А.Ф. Гусев. - Тверь : ТвГТУ, 2014. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/106818> . - (ID=106818-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

Свободно распространяемая среда программирования Octave.

WPS Office: MPL 1.1/GPL 2.0/LGPL 2.1.

Libre Office: MPL 2.0.

LMS Moodle: GPL 3.0.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>

2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>

3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>

4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>

5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>

6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>

7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>

8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)

9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен:

<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/116471>

8. Материально-техническое обеспечение.

Для проведения учебных занятий по дисциплине «Прикладная теория колебаний» имеются:

- учебная лаборатория, оснащенная оборудованием и приборами по тематикам лабораторного практикума, мультимедийным оборудованием для демонстрации видеоматериалов;

- специализированный учебный класс для проведения компьютерных практикумов и тестирования знаний, оснащенный необходимым программным обеспечением.

- механическая мастерская, предназначенная для профилактического обслуживания, ремонта и изготовления лабораторного и демонстрационного оборудования, оснащенная станочным оборудованием и оборудованием для ремонта электроприборов.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Уравнение колебаний. График колебаний. Амплитуда, частота и фаза колебаний. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Энергия колебаний.

2. Представление колебаний с помощью векторной диаграммы. Сложение колебаний одного направления. Биения. Гармонический анализ сложных периодических колебаний.

3. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения в общем виде и в амплитудной форме. Амплитуда, частота и начальная фаза собственных колебаний.

4. Собственные незатухающие колебания гравитационного физического маятника. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения в общем виде и в амплитудной форме. Амплитуда, частота и начальная фаза собственных колебаний.

5. Собственные незатухающие колебания крутильного (торсионного). Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения в общем виде и в амплитудной форме. Амплитуда, частота и начальная фаза собственных колебаний.

6. Энергетический метод определения частот колебаний. Применение энергетического метода для учета распределенных масс (на одном из примеров пружинного маятника, торсионного маятника и упругой консольной балки)

7. Затухающие колебания в системах с одной степенью свободы и вязким сопротивлением. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения в общем виде и в амплитудной форме. Начальная амплитуда, частота и начальная фаза собственных колебаний. Временная зависимость амплитуды. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность.

8. Вынужденные колебания в системах с вязким трением. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Уравнение движения. Амплитуда, частота и фаза колебаний. Амплитудно-частотная характеристика системы. Фазо-частотная характеристика. Резонанс.

9. Основные способы и назначение виброзащиты. Расчет активной системы амортизации. Коэффициент амортизации для активной системы. Область амортизации.

10. Основные способы и назначение виброзащиты. Расчет пассивной системы амортизации. Коэффициент амортизации для пассивной системы. Область амортизации

11. Общие сведения о колебаниях в системах с двумя степенями свободы. Сложение перпендикулярных колебаний одинаковой частоты. Сложение колебаний с кратными частотами.

12. Собственные колебания связанных систем (на примере связанных маятников). Собственные частоты синфазных и антифазных колебаний. Парциальные частоты. Биения в связанных системах.

13. Вынужденные колебания связанных систем (на примере связанных маятников). Собственные и парциальные частоты. Резонанс в связанных системах. Принцип динамического гашения колебаний.

14. Общие сведения о нелинейных колебаниях. Собственные незатухающие колебания в системах с одной степенью свободы и нелинейной восстанавливающей силой (на примере математического маятника)

15. Затухающие колебания в нелинейных системах. Затухающие колебания при внешнем (кулоновом) трении, не зависящем от скорости.

16. Особенности вынужденных колебаний в нелинейных системах. Амплитудно-частотная характеристика нелинейной системы с «мягкой» и «жесткой» восстанавливающей силой.

17. Общие сведения об автоколебаниях. Маятник с «отрицательным» трением (маятник Фруда) Примеры автоколебательных систем. Основные характерные особенности автоколебательного процесса.

18. Общие сведения о параметрических колебаниях. Особенности параметрических колебаний. Раскачивание качелей. Области параметрического резонанса

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочных данных, стандартов. Использование технических устройств не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется. Преподаватель имеет право после проверки

письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту. Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта

Учебным планом зачёт по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы или курсового проекта

Учебным планом курсовая работа и курсовой проект по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Перед началом изучения дисциплины студенты должны быть ознакомлены с системами зачетных единиц и правилами балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине. Методические материалы по дисциплине, включая методические указания по выполнению лабораторных работ, содержится на сайте кафедры.

Программа предусматривает обучение в рамках традиционной поточно-групповой системы. Все темы (модули) программы должны рассматриваться на лекционных и лабораторных занятиях. Последовательность изучения учебно-образовательных модулей определяется его номером. На лекциях главное внимание следует уделять базовым вопросам курса. Дополнить конспект лекций студент должен, пользуясь рекомендованными учебниками, учебно-методическими пособиями и другими источниками информации. Лабораторный практикум ориентирован на практическое изучение наиболее важных физических закономерностей, овладение техникой измерений и корректной обработки их результатов. Необходимо, чтобы студенты самостоятельно проводили измерения, расчеты и анализ полученных результатов, грамотно и аккуратно оформляли отчет по каждой лабораторной работе.

Для получения прочных знаний, твердых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний кафедры. Форма протоколов утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Тверской государственный технический университет
(ТвГТУ)

Направление подготовки бакалавров 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Направленность (специализация) подготовки - подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Кафедра *«Прикладная физика»*

Дисциплина *«Прикладная теория колебаний»*

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

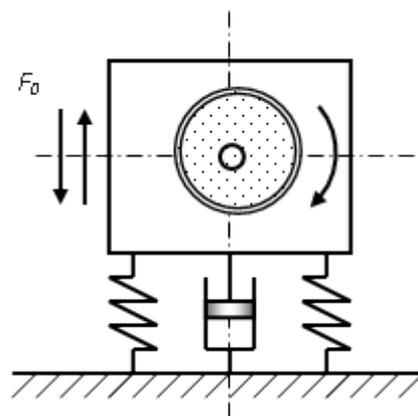
Составить дифференциальное уравнение собственных незатухающих колебаний крутильного (торсионного) маятника и привести его решение. Проанализировать кинематическое уравнение колебаний в амплитудной форме. От каких параметров зависят амплитуда, частота и начальная фаза собственных колебаний маятника?

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Тело совершает гармонические колебания вдоль координатной оси x , около положения равновесия $x = 0$. Циклическая частота колебаний $\omega = 4 \text{ с}^{-1}$. В начальный момент времени ($t = 0$) координата и проекция скорости равны: $x_0 = 25 \text{ см}$ и $v_{x0} = 0,1 \text{ м/с}$. Найдите амплитуду и начальную фазу колебаний. Запишите уравнение колебаний в амплитудной форме.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Механизм массой $m = 1000 \text{ кг}$ установлен на упругих виброопорах с общей жесткостью $k = 3 \text{ МН/м}$ и коэффициентом сопротивления $b = 2 \cdot 10^4 \text{ кг/с}$. Зависимость силы вязкого сопротивления в демпфере от скорости – линейная, масса пружин и демпфера пренебрежимо мала. При вращении ротора с частотой $\nu = 1800 \text{ об/мин}$ развивается неуравновешенная инерционная сила, амплитуда которой равна $F_0 = 850 \text{ Н}$. Определите амплитуду усилия, передаваемого фундаменту F_1 и коэффициент амортизации системы $\alpha = F_1 / F_0$.



Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: доцент кафедры прикладной физики _____ А.Ф. Гусев
Заведующий кафедрой прикладной физики: _____ А.Н. Болотов