

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт транспортных систем (ИТС)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИТС

_____ А.В. Тумасов

«20» 06 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.30 Теория колебаний

Направление подготовки: 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Направленность: Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра «Строительные и дорожные машины»

Кафедра-разработчик ТиПМ

Объем дисциплины 72 час/2 з.е

Промежуточная аттестация зачет 5 семестр

Разработчик: Панов А.Ю. , д.т.н., профессор

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические машины и комплексы», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08. 2020 № 915 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 18.05.2023 № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Теоретическая и прикладная механика», протокол от 05.06. 2023 № 11

Зав. кафедрой д.т.н., профессор А.Ю. Панов

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИТС, протокол от 20.06. 23 № 9

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № _____

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2.	МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3.	КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4.	ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО.....	6
5.	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
6.	ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	14
7.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
8.	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
9.	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
10.	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	18
11.	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	19
12.	ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является изучение основных разделов теории колебаний, связанных с формированием инженерного понимания в области теории, методик расчета и проектирования механизмов и машин, их кинематических и динамических схем на основе изучения колебательных процессов, что составляет совокупность основных сведений по теории колебаний.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение методов теории колебаний, позволяющих выполнять разработку конструктивных схем элементов области подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования с учетом колебательных процессов;

- изучение методов теории колебаний, позволяющих выполнять проектные расчеты подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования с учетом особенностей колебательных процессов;

- изучение методов теории колебаний, позволяющих выполнять основные расчеты элементов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования как единой конструктивной системы с учетом особенностей колебательных процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.Б.30 «Теория колебаний» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 23.03.02.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Б.1.Б.11 «Теоретическая механика», Б.1.Б.28 «Теория механизмов и машин» программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются Б.1.Б.11 «Теоретическая механика», Б.1.Б.28 «Теория механизмов и машин» программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплины Б.1.Б.32 «Детали машин и основы конструирования».

Особенностью дисциплины является универсальный характер, позволяющий применять изученные в дисциплине методы в большинстве задач проектирования и эксплуатации объектов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования.

Рабочая программа дисциплины «Теория колебаний» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общие инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности совместно с дисциплинами, указанными в таблице 1.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1								
Б.1.Б.5 Математика								

Б.1. Б.6 Начертательная геометрия и инженерная графика							
Б.1.Б.8 Химия							
Б.1.Б.11 Теоретическая механика							
Б.1.Б.12 Физика							
Б.1.Б.13 Математическая статистика							
Б.1. Б.16 Сопротивление материалов							
Б.1. Б.20 Исследование операций							
Б.1.Б.21 Материаловедение							
Б.1.Б.23 Технология конструкционных материалов							
Б.1.Б.26 Электротехника, электроника и электропривод							
Б.1.Б.27 Метрология, стандартизация и сертификация							
Б.1. Б.28 Теория механизмов и машин							
Б.1. Б.29 Гидравлика и гидропневмопривод							
Б.1.Б.30 Теория колебаний							
Б.1.Б. 32 Детали машин и основы конструирования							
Б.3.Д.1 Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы							

Окончательная проверка сформированности компетенции происходит на защите
ВКР

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

Таблица 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Оценочные материалы (ОМ)	
			текущего контроля	промежуточной аттестации вопросы
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.2. Решает общиеинженерные задачи, связанные с проектирование в профессиональной деятельности	Знать: <ul style="list-style-type: none"> - законы и методы естественных наук при решении профессиональных задач по расчету колебаний типовых конструкций и условий работы деталей, узлов (сборочных единиц), механизмов, машин и их приводов, а также гашений этих колебаний Уметь: <ul style="list-style-type: none"> - выполнять расчеты колебаний типовых конструкций и условий работы деталей, узлов (сборочных единиц), механизмов, машин и их приводов, а также гашений этих колебаний Владеть: <ul style="list-style-type: none"> - методами естественных наук при решении профессиональных задач по расчету колебаний типовых конструкций и условий работы деталей, узлов (сборочных единиц), механизмов, машин и их приводов, а также методами гашения этих колебаний 	Вопросы для письменного опроса. Тест № 1-2 Пакет кейсов (1-10)	Вопросы для письменного опроса. Тест № 7 Вопросы для устного собеседования: билеты (20 билетов)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед.72 часов, распределение часов по видам работ семестрам представено в таблице 3

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час	В том числе по семестрам
Формат изучения дисциплины		5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	38	38
Аудиторная работа, в том числе:	34	34

занятия лекционного типа (Л)	17	17
лабораторные занятия	-	-
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	17	17
Внеаудиторная, в том числе	4	4
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	34	34
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	34	34
Подготовка к зачету (контроль)		

5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
5 семестр													
ОПК-1 ИОПК-1.2	Раздел 1 Основные понятия и определения Механическая колебательная система.				подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция		Тест						
	Лекция № 1 Тема 1.1 Изучение классификации сил, действующих на систему. Изучение классификации колебательных систем. Рассмотрение видов колебаний. Лекция № 2 Тема 1.2. Изучение методов расчета кинетической и потенциальной энергии. Рассмотрение диссипативной функции. Лекция № 3 Тема 1.3. Составление и интегрирование дифференциальных уравнений движения механической системы. Определение устойчивости равновесия. Изучение теоремы Лагранжа-Дирихле. Практическое занятие №1 Тема 1.1. Составление и решение дифференциального уравнения свободных (собственных) колебаний системы	1 1 1		1 2 2 3	подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция Подготовка к практическим занятиям 7.2.1-7.2.2	Тест Рабочая тетрадь Расчетно-графическая работа							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				8								
ОПК-1 ИОПК-1.2	Раздел 2 Колебания линейной механической системы с одной и двумя степенями свободы.					подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						
	Лекция № 4 Тема 2.1. Изучение свободных колебаний линейной механической системы с одной степенью свободы. Лекция № 5 Тема 2.2. Рассмотрение влияния сил вязкого сопротивления на свободные колебания. Изучение затухающих колебаний, апериодических движений. Рассмотрение основных характеристик свободных колебаний. Рассмотрение понятия о фазовой плоскости Лекция № 6 Тема 2.3. Исследование вынужденных колебаний линейной механической системы с одной степенью свободы. Рассмотрение гармонической вынуждающей силы. Построение амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик. Изучение резонанса и сдвига фаз. Рассмотрение периодической вынуждающей и произвольной вынуждающей силы. Практическое занятие №2 Тема 2.1 Составление и решение дифференциального уравнения	1 1 1			2 1 1	подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						
			6			Подготовка к практическим занятиям 7.2.1-7.2.2							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<p>вынужденных колебаний с учетом вязкого сопротивления демпфера и действия гармонической возмущающей силы</p> <p>Лекция № 7</p> <p>Тема 2.4. Изучение свободных колебаний линейной механической системы с двумя степенями свободы. Определение собственных частот и собственных форм. Изучение случаев различных соотношений для собственных частот.</p> <p>Лекция № 8</p> <p>Тема 2.5. Рассмотрение вынужденных колебаний линейной механической системы с двумя степенями свободы. Рассмотрение гармонической вынуждающей силы и изучение динамического гасителя колебаний, антирезонанса, периодической произвольной вынуждающей силы.</p> <p>Практическое занятие №3</p> <p>Тема 2.2. Составление и решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний с двумя степенями свободы с учетом вязкого сопротивления демпфера и действия гармонической возмущающей силы</p>	1			2								
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				8								
ОПК-1 ИОПК-1.2	Раздел 3 Колебания линейной механической системы с несколькими степенями свободы.					подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2	Тест						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
					видеолекция								
	<p>Лекция № 9 Тема 3.1. Изучение свободных колебаний линейной механической системы с несколькими степенями свободы. Составление характеристического уравнения, определение собственных частот и собственных форм.</p> <p>Лекция № 10 Тема 3.2. Изучение вынужденных колебаний линейной механической системы с несколькими степенями свободы. Рассмотрение гармонической и периодической вынуждающих сил. Изучение резонанса</p>	1			4	подготовка к лекциям 7.1.1-7.1.2 видеолекция	Тест						
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				5								
ОПК-1 ИОПК-1.2	Раздел 4. Колебания линейной механической системы с распределенными параметрами				9								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<p>Лекция № 11 Тема 4.1. Изучение свободных колебаний линейной механической системы с распределенными параметрами, продольных колебаний стержней. Составление дифференциального уравнения. Применение метода Фурье. Изучение собственных частот и форм Рассмотрение изгибных колебаний балок.</p> <p>Лекция № 12 Тема 4.2. Изучение вынужденных колебаний линейной механической системы с распределенными параметрами. Рассмотрение гармонической вынуждающей силы, продольных колебаний стержней, крутильных колебаний валов, изгибных колебаний балок. Изучение форм вынужденных колебаний</p> <p>Лекция № 13 Тема 4.3. Изучение теоретических основ защиты механических систем от колебаний. Рассмотрение принципа действия вибропоглощателей, демпферов, амортизаторов, виброгасителей</p>	2			3								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				9								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	-	17	34								
	ИТОГО ЗА ГОД	17		17	34								

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

6.1. Образцы тестов для проведения текущего и промежуточного контроля

Тест первого уровня

НГТУ им. Р.Е. Алексеева
Кафедра «Теоретическая и
прикладная механика»

Курс «Теория колебаний»
Раздел «Колебания линейной
механической системы с одной степенью свободы».

Ф.И.О. студента _____

Группа _____

1. Каким образом вынужденные колебания оказывают влияние на собственные колебания.

- не влияют;
- влияют только при большой амплитуде колебаний;
- влияют только при резонансе;
- влияют через начальные условия.

Тест второго уровня

НГТУ им. Р.Е. Алексеева
Кафедра «Теоретическая и
прикладная механика»

Курс «Теория колебаний»
Раздел «Колебания линейной
механической системы с одной степенью свободы».

Ф.И.О. студента _____

Группа _____

Какая зависимость существует между периодом и амплитудой колебаний.

- амплитуда колебаний прямо пропорциональна периоду;
- амплитуда колебаний обратно пропорциональна периоду и прямо пропорциональна сопротивлению механической системы;
- амплитуда колебаний не зависит от периода.

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Теоретическая и прикладная механика».

- 1) Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)
 1. Механическая колебательная система.
 2. Классификация сил и колебательных систем.
 3. Виды колебаний.
 4. Кинетическая и потенциальная энергии.
 5. Диссипативная функция.
 6. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
 7. Устойчивость равновесия.
 8. Теорема Лагранжа-Дирихле.
 9. Свободные колебания линейной механической системы с одной степенью свободы.
 10. Влияние сил вязкого сопротивления на свободные колебания.

11. Основные характеристики свободных колебаний. Понятие о фазовой плоскости.

2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

1. Вынужденные колебания линейной механической системы с одной степенью свободы.
2. Гармоническая вынуждающая сила.
3. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристика.
4. Резонанс.
5. Сдвиг фаз.
6. Периодическая вынуждающая сила.
7. Произвольная вынуждающая сила.
8. Свободные колебания линейной механической системы с двумя степенями свободы. Собственные частоты и собственные формы. Случаи различных соотношений для собственных частот.
9. Вынужденные колебания линейной механической системы с двумя степенями свободы.
10. Гармоническая вынуждающая сила.
11. Динамический гаситель колебаний. Антирезонанс.
12. Периодическая и произвольная вынуждающие силы.
13. Свободные колебания линейной механической системы с несколькими степенями свободы. Характеристическое уравнение. Собственные частоты и собственные формы.
14. Вынужденные колебания линейной механической системы с несколькими степенями свободы. Гармоническая вынуждающая сила. Резонанс. Периодическая вынуждающая сила.
15. Свободные колебания линейной механической системы с распределенными параметрами.
16. Продольные колебания стержней. Дифференциальное уравнение. Метод Фурье. Собственные частоты и собственные формы. Крутильные колебания валов. Изгибные колебания балок.
17. Вынужденные колебания линейной механической системы с распределенными параметрами. Гармоническая вынуждающая сила. Продольные колебания стержней. Крутильные колебания валов. Изгибные колебания балок. Формы вынужденных колебаний.
18. Теоретические основы защиты механических систем от колебаний. Принцип действия виброзоляторов, демпферов, амортизаторов, виброгасителей.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине «Теория колебаний» и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.2. Решает общиеинженерные задачи, связанные с проектированием в профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены методы естественных наук, необходимые при расчете колебаний конструкций, непонимание их использования при решении профессиональных задач; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при выполнении расчетов колебаний типовых конструкций и условий работы деталей, механизмов, машин	Знает материал на достаточно хорошем уровне; знаком с методами естественных наук, необходимыми при расчете колебаний конструкций. Владеет навыками выполнения расчетов колебаний типовых конструкций и условий работы деталей, механизмов, машин.	Имеет глубокие знания всего материала и структуры дисциплины; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании. В полной мере владеет навыками выполнения расчетов колебаний типовых конструкций и условий работы деталей, механизмов, машин.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) Категория «Повышенный уровень»	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) Категория «Повышенный уровень»	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) Категория «Пороговый уровень»	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) Категория «Уровень не сформирован»	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

- 7.1.1. Панов А.Ю., Ершов Н.В., Шиберт Р.Л. Теория колебаний в примерах и задачах: учебное пособие / НГТУ им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2022. – 108 с.
- 7.1.2. Денцов Н.Н., Кошелев А.В., Шестоперов В.Ю., Воробьева И.В. Теория колебаний. Линейные системы: учебное пособие / НГТУ им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2022. – 103 с.

7.2. Справочно-библиографическая литература

- 7.2.1. Скубов Д.Ю. Основы теории нелинейных колебаний :Учеб.пособие / Д.Ю. Скубов. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2013. - 311 с.
- 7.2.2. Елисеев С.В. Прикладной системный анализ и структурное математическое моделирование (динамика транспортных и технологических машин: связность движений, вибрационные взаимодействия, рычажные связи / С.В. Елисеев; Иркут.гос.ун-т путей сообщения (ФГБОУ ВО ИрГУПС); Отв.ред.А.И.Артюнин. - Иркутск : Изд-во ИрГУПС, 2018. - 691 с.

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Теория колебаний» http://iptm-nntu.ru/for_students/

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
3. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс].

8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://urait.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

Таблица 9 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 10 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине.

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	4204 учебная аудитория для проведения	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505 -	1. Windows 7 Starter (DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1 шт. 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование из ауд. 4209) - 1 шт. 4. Комплект настенных плакатов 5. Рабочее место студента - 18	от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr.Web (лицензия №150330421 от 11.05.23); 4. APM WinMashine(ФЗ-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 5. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; МВТУ 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version; SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
2	4204а учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505 - 1 шт. 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование из ауд. 4209) - 1 шт. 4. Комплект настенных плакатов 5. Рабочее место студента - 18	1. Windows 7 Starter (DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr.Web (лицензия №150330421 от 11.05.23); APM WinMashine(ФЗ-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 4. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; МВТУ 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version; SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
3	4207 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая - 1 шт. 2.Персональные компьютеры Pentium D 935/1.5 gb/INTEL Graphics 945G/HDD 80 GB 3. Рабочее место студента - 12.	1. Windows Vista home basic(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (лицензия №150330421 от 11.05.23); 3. Project Expert (Регистрационный номер №18901N). 4. Распространяемое по свободной лицензии: Open office

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с

расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

-балльно-рейтинговая технология оценивания

При использовании для освоения дисциплины материалов массовых онлайн-курсов, размещенных на НП Открытое образование, необходимо указать название онлайн-курса, привести ссылку на онлайн-курс.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

11.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой

литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 10). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

12.1.1. Типовые задания к практическим занятиям

Типовыми заданиями к практическим занятиям являются задачи из издания:

12.1.1.1. Панов А.Ю., Ершов Н.В., Шиберт Р.Л. Теория колебаний в примерах и задачах: учебное пособие / НГТУ им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2022. – 108 с.

12.1.2. Типовые тестовые задания

Вариант 1

*НГТУ им. Р.Е. Алексеева
Кафедра «Теоретическая и
прикладная механика»*

Ф.И.О. студента _____

*Курс «Теория колебаний»
Раздел «Основные понятия и
определения».*

Группа _____

Сформулируйте основные признаки гармонических вынужденных колебаний механической системы

Равенство круговых частот возмущающей силы и вынужденных колебаний.

Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от начальных условий.

Возможность возникновения особого случая равенства круговых частот собственных колебаний и возмущающей силы.

Изохронный характер колебательного процесса.

12.1.10. Портфолио

1 Название портфолио «Комплект домашних заданий по разделам дисциплины»

2 Структура портфолио

2.1 Составление и решение дифференциального уравнения свободных (собственных) колебаний системы

2.2. Составление и решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний с учетом вязкого сопротивления демпфера и действия гармонической возмущающей силы

2.3. Составление и решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний с двумя степенями свободы с учетом вязкого сопротивления демпфера и действия гармонической возмущающей силы.

12.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования или устно-письменной форме по экзаменационным билетам.

Устно-письменная форма по экзаменационным билетам предполагается для сдачи академической задолженности.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету

1. Вынужденные колебания линейной механической системы с одной степенью свободы.
2. Гармоническая вынуждающая сила.
3. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристика.
4. Резонанс.
5. Сдвиг фаз.
6. Периодическая вынуждающая сила.
7. Произвольная вынуждающая сила.
8. Свободные колебания линейной механической системы с двумя степенями свободы. Собственные частоты и собственные формы. Случаи различных соотношений для собственных частот.
9. Вынужденные колебания линейной механической системы с двумя степенями свободы.
10. Гармоническая вынуждающая сила.
- 11 Динамический гаситель колебаний. Антирезонанс.
12. Периодическая и произвольная вынуждающие силы.
- 13 Свободные колебания линейной механической системы с несколькими степенями свободы. Характеристическое уравнение. Собственные частоты и собственные формы.
- 14 Вынужденные колебания линейной механической системы с несколькими степенями свободы. Гармоническая вынуждающая сила. Резонанс. Периодическая вынуждающая сила.
- 15 Свободные колебания линейной механической системы с распределенными параметрами.
- 16 Продольные колебания стержней. Дифференциальное уравнение. Метод Фурье. Собственные частоты и собственные формы. Крутильные колебания валов. Изгибные колебания балок.
- 17 Вынужденные колебания линейной механической системы с распределенными параметрами. Гармоническая вынуждающая сила. Продольные колебания стержней. Крутильные колебания валов. Изгибные колебания балок. Формы вынужденных колебаний.
- 18 Теоретические основы защиты механических систем от колебаний. Принцип действия виброизолаторов, демпферов, амортизаторов, виброгасителей.

Примерный тест для итогового тестирования:

НГТУ им. Р.Е. Алексеева
Кафедра «Теоретическая и
прикладная механика»

Курс «Теория колебаний»
Раздел «Колебания линейной
механической системы с одной степенью свободы».

Ф.И.О. студента _____

Группа _____

Какая зависимость существует между периодом и амплитудой колебаний.

- амплитуда колебаний прямо пропорциональна периоду;
- амплитуда колебаний обратно пропорциональна периоду и прямо пропорциональна сопротивлению механической системы;
- амплитуда колебаний не зависит от периода.

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
Не менее 50	Не менее 12	45 минут

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО eLearningServer 4G ЭИОС НГТУ.

В ходе подготовки к промежуточной аттестации обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО eLearningServer 4G ЭИОС НГТУ в свободном для студентов доступе.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИТС

_____ Тумасов А.В.
«___» 20__ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.Б.30 «Теория колебаний**
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы

Направленность: Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Курс 3

Семестр 5

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать, на какой год начала подготовки):

- 1);
- 2);
- 3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «___» 202__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТиПМ
протокол № _____ от «___» 202__ г.

Заведующий кафедрой ТиПМ _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ТиПМ _____ «___» 202__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «___» 202__ г.