

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Теория колебаний

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы

Электрорадиотехника

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.25 Теория колебаний относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПКО-1: Способен участвовать в научно-практических исследованиях объектов профессиональной деятельности	ПКО-1.1: Демонстрирует способности участвовать в научно-практических работах по исследованию и анализу объектов профессиональной деятельности	ПКО-1.1: Знает общие положения теории колебаний. Умеет применять выводы теории колебаний в научно-практических работах по исследованию и анализу объектов профессиональной деятельности. Владеет методами анализа колебательно-волновых процессов.	Задачи	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы
ПКО-2: Способен участвовать в опытно-конструкторских работах при создании объектов профессиональной деятельности	ПКО-2.1: Демонстрирует способности участвовать в опытно-конструкторских работах по объектам профессиональной деятельности	ПКО-2.1: Знает законы распространения электромагнитных колебаний. Умеет применять теорию колебаний в опытно-конструкторских работах по объектам профессиональной деятельности. Владеет пониманием основных эффектов распространения электромагнитных колебаний.	Задачи	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	3	3
Часов по учебному плану	108	108

в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16	16
- КСР	2	2
самостоятельная работа	22	38
Промежуточная аттестация	36 Экзамен	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего			
	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О
Базовые идеи и подходы теории колебаний	10	10	4	4			4	4	6	6
Исследование базовых моделей механических колебаний	30	30	18	6	8	8	26	14	4	16
Исследование базовых моделей электромагнитных колебаний.	30	30	10	6	8	8	18	14	12	16
Аттестация	36	36								
КСР	2	2					2	2		
Итого	108	108	32	16	16	16	50	34	22	38

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Колебательное движение, его характеристики и уравнение
2. Метод векторных диаграмм и комплексные обозначения
3. Механические гармонические колебания. Пружинный маятник
4. Гармонический осциллятор. Физический и математический маятники. Энергия колебательной системы
5. Свободные незатухающие колебания в электрических системах
6. Сложение гармонических колебаний
 - 6.1 Сложение колебаний одного направления и одинаковой частоты
 - 6.2 Сложение колебаний одного направления и разной частоты. Биения
 - 6.3 Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу
7. Свободные затухающие колебания механического осцилля-

Тора

Затухающие колебания в электрическом контуре

8. Вынужденные колебания механических систем. Резонанс

9. Вынужденные электромагнитные колебания

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).

- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: -

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКО-1:

Задача 1. Частота колебаний крыльев пчелы $\nu_1 = 400$ Гц, а период колебаний крыльев комара $T_2 = 2$ мс. На сколько больше взмахов крыльями сделает комар за время $t = 0,5$ мин, чем пчела?

Ответ: $\Delta N = t \left(\frac{1}{T_2} - \nu_1 \right) = 300$.

Задача 2. Когда пчела летит на клеверное поле, ее крылья колеблются с частотой $\nu_1 = 400$ Гц, а когда она летит обратно, то частота колебаний ее крыльев $\nu_2 = 300$ Гц. Скорость полета пчелы на поле $v_1 = 8$ м/с, а обратно $v_2 = 5$ м/с, расстояние от улья до поля $S = 200$ м. Найти разность ΔN между числом взмахов крыльев пчелы при полете на поле и обратно.

Ответ: $\Delta N = S \left(\frac{\nu_2}{v_2} - \frac{\nu_1}{v_1} \right) = 2$.

Задача 3. Колебательное движение точки описывается уравнением $x = 0,05 \cos 20\pi t$ см. Найти зависимость скорости и ускорения точки от времени, координату x_1 , скорость v_1 и ускорение a_1 спустя $t = \frac{1}{60}$ с от начала колебания. Найти максимальную скорость v_m и максимальное ускорение точки a_m .

Ответ: $v = -3,14 \sin 20\pi t$ см/с, $a = -1,97 \cos 20\pi t$ м/с², $x_1 = 2,5 \cdot 10^{-4}$ м, $v_1 = 0,027$ м/с, $a_1 = 0,99$ м/с², $v_m = 0,0314$ м/с, $a_m = 1,97$ м/с².

Задача 4. Уравнение колебаний точки имеет вид $x = -0,08 \cos \pi(t + 0,2)$ м. Определить амплитуду A , период T и начальную фазу α_0 колебаний точки.

Ответ: $A = 0,08$ м, $T = 2$ с, $\alpha_0 = \frac{\pi}{5}$ рад.

Задача 5. Амплитуда гармонического колебания точки $A = 5$ см, период $T = 4$ с. Найти максимальную скорость точки v_m , а также ее скорость v через $t_1 = \frac{T}{8}$ от начала колебания. Найти максимальное ускорение a_m этой точки, а также ускорение a через $t_2 = \frac{T}{8}$ от момента времени, когда скорость точки стала равна v .

Ответ: $v_m = \frac{2\pi A}{T} = 0,078$ м/с, $v = -v_m \sin \frac{\pi}{4} = 0,055$ м/с,

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКО-2:

Задача 1. При увеличении максимальной силы тока в катушке колебательного контура на $\Delta I_m = 10$ А амплитуда напряжения увеличилась втрое. Найти первоначальную амплитуду силы тока I_{m1} . Контур идеальный.

Ответ: $I_{m1} = 0,5\Delta I_m = 5$ А.

Задача 2. Начальное напряжение на конденсаторе идеального колебательного контура увеличили втрое. Во сколько раз изменилась максимальная энергия магнитного поля катушки?

Ответ: увеличилась в 9 раз.

Задача 3. Амплитуда заряда на обкладках конденсатора идеального колебательного контура $q_m = 2$ нКл, а амплитуда силы тока $I_m = 3$ мА. Чему равна мгновенная сила тока i в катушке в тот момент, когда энергия электрического поля конденсатора вдвое больше энергии магнитного поля катушки? Чему равна собственная циклическая частота ω_0 колебаний в этом контуре?

Ответ: $i = \frac{I_m}{\sqrt{3}} = 1,7$ А, $\omega_0 = \frac{I_m}{q_m} = 1,5 \cdot 10^6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Задача 4. Через какую часть периода T , считая от начала колебаний в идеальном колебательном контуре, энергия электрического поля конденсатора будет в 3 раза больше энергии магнитного поля катушки?

Ответ: $t = \frac{T}{12}$.

Задача 5. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 200$ пФ и катушки индуктивности. Частота собственных колебаний в нем $\nu = 5$ МГц. Найти амплитуду напряжения U_m на обкладках конденсатора, если амплитуда силы тока в катушке $I_m = 2$ мА.

Ответ: $U_m = \frac{I_m}{2\pi\nu C} = 3 \cdot 10^{-4}$ В.

Задача 14. Изменение силы тока в зависимости от времени задано уравнением $i = 5 \sin 200\pi t$ А. Найти частоту ν и период T колебаний, амплитуду силы тока I_m , а также значение силы тока i_1 при фазе $\alpha = \frac{\pi}{6}$ рад.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
--------	--------------------

зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКО-1

1) Колебательное движение, его характеристики и уравнение
2) Метод векторных диаграмм и комплексные обозначения
3) Механические гармонические колебания. Пружинный маятник
4) Гармонический осциллятор.
5) Физический и математический маятники.
6) Энергия колебательной системы
7) Свободные незатухающие колебания в электрических системах
8) Сложение колебаний одного направления и одинаковой частоты
9) Сложение колебаний одного направления и разной частоты. Биения
10) Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу

11)	Свободные затухающие колебания механического осциллятора
12)	Затухающие колебания в электрическом контуре
13)	Вынужденные колебания механических систем.
14)	Резонанс вынужденных колебаний.
15)	Вынужденные электромагнитные колебания
16)	Вынужденные электромагнитные колебания
17)	Автоколебания и методы анализа их

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКО-2

1) Динамика автоколебательной системы под действием периодической внешней силы. Явление вынужденной синхронизации
2) Одномерные динамические системы с дискретным временем. Особые траектории одномерных динамических систем с дискретным временем. Диаграмма Кёнигса-Ламерея.
3) Методы анализа автоколебательных систем: метод Ван-дер-Поля.
4) Методы анализа автоколебательных систем 2-го порядка: метод разрывных колебаний.
5) Анализ динамики линейного и нелинейного осцилляторов, выявление основных свойств.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Шурыгин В. А. Теория колебаний : учебное пособие / Шурыгин В. А., Гончаров А. А., Малолетов А. В. - Волгоград : ВолгГТУ, 2016. - 92 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ВолгГТУ - Физика. - ISBN 978-5-9948-2347-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=732861&idb=0>.
2. Баев Валерий Константинович. Теория колебаний : Учебное пособие для академического бакалавриата / Баев В. К. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2018. - 348 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-08527-3 : 669.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=577092&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Трофимова Т. И. Краткий курс физики с примерами решения задач : Учебное пособие / Трофимова Т. И. - Москва : КноРус, 2023. - 279 с. - ISBN 978-5-406-11193-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=872457&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

Операционная система Microsoft Windows
 Пакет прикладных программ Microsoft Office
 Правовая система «Консультант плюс»
 Браузер Google Chrome

Интернет-ресурсы

Федеральный портал. Российское образование: <http://www.edu.ru/>;
 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: <http://www.gost.ru/>.

<http://elektromehanika.org/>

Сайт Министерства энергетики РФ. - www.minenergo.gov.ru

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>

ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

ЭБС «Znaniy.com». Режим доступа: www.znaniy.com

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электрика и электроэнергетика <https://pomegerim.ru>.

«Техэксперт» – профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/>

[26.10.19]

ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Разделы:

Энергетика http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.27 [26.10.19]

Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]

База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и исследователей - <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple> [26.10.19]

Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com> [26.10.19]

Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]

База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com> [26.10.19]

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com> [26.10.19]

ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>

Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Богатырева Анна Валерьевна, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Белянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.