МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра радиофизики

Согласовано, декан ФФ
_____ Блинов В.Е.
подпись
«04» 04 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ

Направление подготовки **03.04.02 Физика**
Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Направление подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**
Направленность (профиль): **Космическое и специальное приборостроение**

Форма обучения
Очная

Семестр	**Общий объем**	**Виды учебных занятий (в часах)**				**Промежуточная аттестация (в часах)**				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	72	32			38				2	
Всего 72 часа / 2 зачетные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н. И.Б. Логашенко

Новосибирск, 2026

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. 3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу. 4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. 4
5. Перечень учебной литературы. 6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. 6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. 6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. 6
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. 6
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. 7

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Теория колебаний» имеет своей целью: изучение основных моделей колебательно-волновых явлений и процессов, их приложение к конкретным физическим (техническим) ситуациям, и развитие общих методов исследования подобных явлений, независимо от их конкретной природы.

Колебательные и волновые процессы являются предметом исследования специалистов в самых различных областях науки и техники (радиофизика, механика, радиотехника, акустика, электроника и т.д.). Конкретные системы, с которыми приходится иметь дело специалистам в этих областях, совершенно различны, однако, колебательно-волновые явления и процессы, в них происходящие, подчиняются общим закономерностям и описываются едиными колебательными моделями. Такое единство позволяет существенно глубже разобраться в сути явлений в каждой конкретной ситуации и, кроме того, воспользоваться опытом, накопленным при изучении, например, в механических системах, при анализе радиофизических систем.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 (ОПОП 03.04.02 Физика) Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**ПК 1.1** Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. **ПК 1.2** Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**Знать** методы и способы постановки и решения задач с использованием микроконтроллеров, принципы действия, функциональные и архитектурные возможности современных микроконтроллеров общего назначения; аппаратные и программные средства разработки устройств на базе микроконтроллеров общего назначения. **Уметь** самостоятельно ставить и решать конкретные физические и инженерные задачи для получения необходимых параметров при проектировании электронных приборов на основе микроконтроллеров общего назначения. **Владеть** навыками разработки программ управления микроконтроллерами общего назначения; навыками отладки и верификации разработанных программ и аппаратных решений.
ПК-1 (ОПОП 03.04.01 Прикладные математика и физика) Способен осваивать и применять специализированные знания в области физико-математических и (или) естественных наук в своей профессиональной деятельности.	**ПК 1.1** Применяет специализированные знания естественных и (или) физико-математических наук при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности. **ПК 1.2** Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности..	

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория колебаний» реализуется в осеннем семестре 1-го курса магистратуры, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика и 03.04.01 Прикладные математика и физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой радиофизики. Для успешного освоения курса «Теория колебаний» студенты должны обладать предварительными знаниями основ: математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений, механики, электричества и магнетизма, электродинамики, входящих в базовую часть математического и естественнонаучного цикла.

Результаты освоения курса используются в следующих дисциплинах данной ООП:

– Квантовые приборы СВЧ

Освоение дисциплины необходимо при подготовке и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Трудоёмкость дисциплины составляет: 2 зачётные единицы, 72 часа.

Форма промежуточной аттестации: 1 семестр – дифференцированный зачет.

№	Вид деятельности	Семестр
		2
1	Лекции, ч	32
2	Практические занятия, ч	-
3	Лабораторные занятия, ч	-
4	Занятия в контактной форме, ч из них	34
5	аудиторных занятий, ч	32
6	в электронной форме, ч	-
7	консультаций, час.	-
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	38
10	Всего, ч	72

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных заданий), дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды текущего контроля: посещаемость, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателем с помощью выборочного опроса, проверка индивидуальных заданий.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий

Дисциплина «Теория колебаний» представляет собой полугодовой курс, читаемый на 1-ом курсе магистратуры физического факультета НГУ в первом семестре кафедрой радиофизики.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, **72** академических часа.

Основное внимание при изучении материала обращено на применение единого подхода при изучении колебательных систем и явлений различной природы, основанного на теории динамических систем.

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

Введение (4 часа)
Теория колебаний как методологическая дисциплина. Понятие динамической системы (ДС). Принципы идеализации ДС.

Колебания в линейных системах (6 часов)
Принцип суперпозиции. Линейный осциллятор. Резонанс. Связанные осцилляторы. Нормальные координаты. Цепочки связанных осцилляторов.

Теория устойчивости (8 часов)
Устойчивость по Ляпунову. Уравнения возмущенного движения. Устойчивость равновесного состояния и периодического движения. Второй (прямой) метод Ляпунова. Функции Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости. Теорема Четаева о неустойчивости. Первый метод Ляпунова. Устойчивость линейных и неавтономных систем.

Качественные методы теории колебаний (8 часов)
Фазовое пространство и фазовые траектории. Простые особые точки. Сепаратрисы. Типы движений в консервативных системах. Изохронность. Орбитальная устойчивость. Консервативная модель Вольтерра. Критерий Бендиксона. Индексы Пуанкаре. Предельные циклы на фазовой плоскости. Неавтономные системы. Синхронная многолистная фазовая плоскость. Методы построения фазовых траекторий.

Аналитические методы теории колебаний (6 часов)
Особенности аналитических методов. Метод малого параметра Пуанкаре. Нерезонансные вынужденные колебания. Задача Дюффинга. Модель Дюффинга и нелинейный резонанс. Собственные периодические колебания нелинейных систем. Вариационные методы. Асимптотические методы. Модель Ван-дер-Поля. Вращающаяся фазовая плоскость. Метод усреднения.

Самостоятельная работа студентов (38 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка индивидуальной темы и изучение ее актуальности..	6
Изучение литературы по конкретной индивидуальной теме	6
Оформление результата в виде презентации по выбранной индивидуальной теме	20

Примеры тем индивидуальных заданий для самостоятельной работы:

1. Модель Лотки-Вольтерра как пример консервативной нелинейной колебательной системы.
2. Модель Дюффинга, исследование нелинейного резонанса.
3. Применение модели связанных осцилляторов для расчета линейных ускоряющих структур, работающих на стоячей волне.
4. Синхронная многолистная фазовая плоскость, явление субгармонического резонанса.

План выполнения самостоятельных индивидуальных заданий:

1. Выбор темы и ее изучение. Точная в смысловом отношении формулировка темы уточняет проблему, очерчивает рамки исследования, конкретизирует основной замысел.
2. Выявление литературы по теме и ее изучение в контексте решаемой проблемы.
3. Составление развернутого плана, который содержит общую характеристику предмета исследования, а также основные задачи, стоящие перед студентом. Он должен отражать очередность и логическую последовательность намеченных работ, а также наиболее существенные моменты каждого этапа исследования.
4. Оформление индивидуального задания в виде презентации.

5. Перечень учебной литературы

1. *Фомель Б.М.* Методы теории нелинейных колебаний. Новосибирск: Изд-во НГУ, 1970 – есть на кафедре, книги раздаются в начале семестра преподавателем. (2 экз.)
2. *Стрелков С.П.* Введение в теорию колебаний. М.: Наука, 1964 или 2005., ISBN 5-8114-0614-2 (10 экз.)
3. *Рабинович М.И.* Введение в теорию колебаний и волн: [Учеб.пособие для вузов] 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1992. 455 с., ISBN 5020141798 (5 экз.)
4. *Трубецков Д.И., Рожнев А.Г.* Линейные колебания и волны: [Учеб. пособие для вузов по физ. спец.] / М. : Физматлит, 2001. 415 с., ISBN 5-94052-028-6 (2 экз.)
5. *Николис Дж.* Динамика иерархических систем: Эволюционное представление / Пер.с англ. Ю.А. Данилова. М. : Мир, 1989. 486 с. ISBN 5030010564 (4 экз.)
6. *Ляпунов А.М.* Общая задача об устойчивости движения. М.: 1950. (6 экз.)
7. *Баутин Н.Н., Леонтович Е.А*. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. М.: Наука, 1990. 490 с., ISBN 5-02-014321-9 (1 экз.)

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Саратовская группа теоретической нелинейной динамики – Список публикаций: http://sgtnd.narod.ru/pabl/rus/index.htm

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1. *Фомель Б.М.* Методы теории нелинейных колебаний. Новосибирск: Изд-во НГУ, 1970.
2. *Рабинович М.И., Трубецков Д.И.* Введение в теорию колебаний и волн. М.: Наука, 1984.

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

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:
– электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
– образовательные интернет-порталы;
– информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины «Теория колебаний» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

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

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

10.1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, а также проверки выполнения индивидуального задания в виде презентации.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области колебательно-волновых явлений и процессов.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачете. Дифференцированный зачет проводится по в устной форме по билетам к зачету. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1 (ОПОП 03.04.02 Физика) **ПК 1.1** Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. **ПК 1.2** Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**Знать** основные методы решения нелинейных дифференциальных уравнений, качественные методы исследования колебательных систем, а также основы теории устойчивости. **Уметь** применять методы теории линейных систем для анализа колебаний в нелинейных системах.	Опрос в начале каждой лекции, презентация, дифференцированный зачет.

ПК-1 (ОПОП 03.04.01 Прикладные математика и физика) **ПК 1.1** Применяет специализированные знания естественных и (или) физико-математических наук при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности. **ПК 1.2** Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности..	**Владеть** приложениями теории колебаний в электродинамике и механике.	

10.2. Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Теория колебаний»

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
Посещение не менее 90% занятий. Выполнение индивидуального задания и защита его в виде презентации. **Дифференцированный зачет:** – развернутый ответ по билету с возможностью самокоррекции мелких ошибок в терминах (самостоятельно или после подсказки), – корректность применения терминов и понятий; – умение делать выводы и обобщения, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины. В ответах на вопросы обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.	*Отлично*
Посещаемость на уровне 75% занятий и более. Индивидуальный проект сдан, но есть замечания по качеству выполнения. **Дифференцированный зачет:** – студент раскрыл содержание вопросов билета в объёме, достаточном для подтверждения базовых знаний по предмету. – умение делать выводы и обобщения, – наличие правильных ответов на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины.	*Хорошо*
Посещаемость не менее 60% аудиторных занятий. Проект выполнен поверхностно, с ошибками в логике и оформлении презентации, но базовые требования соблюдены. **Дифференцированный зачет:** – частичный ответ по билету (один вопрос или разрозненные фрагменты лекций). – слабое владение терминологией, ошибки в базовых понятиях. – отсутствие глубокого анализа и личной аргументации (копирование готовых выводов). – наличие правильных ответов на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины.	*Удовлетворительно*
Посещаемость менее 60% аудиторных занятий. Не выполнена презентация по теме индивидуального задания **Дифференцированный зачет:** – не даны правильные ответы на вопросы билета – не отвечает на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины.	*Неудовлетворительно*

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Вопросы по темам для подготовки к зачету.

- **Раздел – Введение**
  - *Принципы идеализации динамических систем*
  - *Классификация динамических систем*
- **Раздел – Колебания в линейных системах**
  - *Принцип суперпозиции*
  - *Линейный осциллятор*
  - *Резонанс*
  - *Нормальные координаты*
- **Раздел – Теория устойчивости**
  - *Устойчивость по Ляпунову*
  - *Второй метод Ляпунова*
  - *Функции Ляпунова*
  - *Теорема Ляпунова об устойчивости*
  - *Теорема Четаева о неустойчивопсти*
  - *Первый метод Ляпунова*
- **Раздел – Качественные методы теории колебаний**
  - *Фазовое пространство и фазовые траектории*
  - *Простые особые точки*
  - *Изохронность*
  - *Индексы Пуанкаре*
  - *Модель Вольтерра*
  - *Критерий Бендиксона*
  - *Методы построения фазовых траекторий*
- **Раздел – Аналитические методы теории колебаний**
  - *Метод малого параметра Пуанкаре*
  - *Задача Дюффинга*
  - *Модель Ван-дер-Поля*

Образцы билетов к зачету

БИЛЕТ № 1
Принципы идеализации динамических систем.
Типы движений в консервативных системах.
Метод малого параметра Пуанкаре.

БИЛЕТ № 2
Связанные осцилляторы.
Консервативная модель Вольтерра.
Метод усреднения.

БИЛЕТ № 3
Второй (прямой) метод Ляпунова.
Предельные циклы на фазовой плоскости.
Модель Дюффинга и нелинейный резонанс.