



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «30» мая 2019 г. № 9
Зав. кафедрой 
(Вахитов Р.М.)

Согласовано:
Председатель УМК физико-
технического института - 
(Балапанов М.Х.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИКА КОЛЕБАНИЙ
(наименование дисциплины)

Б1.В.1.ДВ.06.02 Вариативная
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))


Направление подготовки (специальность)

03.03.02 ФИЗИКА
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Физика конденсированного состояния
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация
бакалавр
(указывается квалификация)

| | |
|---|--|
| Разработчик (составитель) к.ф.-м.н., доцент Закирьянов Ф.К (должность, ученая степень, ученое звание) |  Закирьянов Ф.К (подпись, Фамилия И.О.) |
|---|--|

Для приема: 2019 г.
Уфа 2019 г.

Составитель / составители:

Закирьянов Ф.К

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики,
протокол № 6 от «25» мая 2018г

Заведующий кафедрой



/ Вахитов Р.М

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------|--|--|------------|
| Знания | основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике; | ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей | |
| | Основные термины и законы общей и теоретической физики; Методы приближенного решения нелинейных ДС. Автоколебания в диссипативных системах. Генератор Ван-дер-Поля. Релаксационные колебания. Основные бифуркации на плоскости. | ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач | |
| | Методы качественного анализа и построения фазовых портретов; методы теории возмущений для получения приближенных аналитических решений; | ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин | |
| Умения | правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных; | ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с | |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|
| | | учетом границ применимости моделей | |
| | понимать, излагать и критически анализировать информацию по физике колебаний; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями; применять полученные знания в научно-исследовательских работах и в прикладных задачах профессиональной деятельности; | ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач | |
| | Проводить анализ физических моделей, описываемых ДС1 и ДС2; применять системы компьютерной алгебры к анализу динамических систем; находить точки бифуркации и исследовать характер устойчивости для конкретных задач; | ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин | |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов. | ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей | |
| | методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; современной терминологией и знаниями о свойствах реальных колебательных систем | ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач | |
| | проводить интерпретацию наблюдательных и экспериментальных данных и сопоставлять их с теорией. | ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин | |

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Название» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 1 семестре.

Цели изучения дисциплины: сформировать у студентов современное представление о динамике нелинейных систем различной физической природы и методах их исследования. В процессе изучения курса студенты получают сведения о динамических системах, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями, знакомятся с методами их точного, приближенного и качественного исследования, получают основные сведения о параметрических, неавтономных и автоколебательных динамических системах и их особенностях.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Модуль «Математика»;
модуль «Общая физика»;
модуль «Информатика».

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ОПК-2 – способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|---|---|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (уровень) | Знать основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике; | Знания, умения и владения не сформированы. | Слабо сформированы общие, но не структурированные знания. Частично сформированы умения сформулировать математическую постановку задачи и т.д. Недостаточно владеет методами решения задач; умением реализовывать алгоритмы | Достаточно полно знает основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений и т.д. Сформированы, но с пробелами знания о области применения конкретных численных методов в физике. Хорошо сформированы умения сформулировать математическую | Свободно ориентируется в основных методах численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений и т.д. Умеет правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое |
| Второй этап (уровень) | Уметь: правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое | | | | |

| | | | | | |
|-----------------------|---|--|--------------------|---|--|
| | обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных; | | численных методов. | постановку задачи и т.д. Хорошо владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов. | обеспечение. Способен составлять алгоритмы изучаемых методов и проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных. Свободно владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов. |
| Третий этап (уровень) | Владеть: методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов; | | | | |

Код и формулировка компетенции ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|---|--|---|---|---|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (уровень) | Знать: основные термины и законы общей и теоретической физики; Методы приближенного решения нелинейных ДС. Автоколебания в диссипативных системах. Генератор Ван-дер-Поля. Релаксационные колебания. Основные бифуркации на плоскости. | Знания, умения и владения не сформированы. | Слабо сформированы общие, но не структурированные знания. Частично сформированы умения понимать, излагать и критически анализировать информацию по физике колебаний и т.д.; | Достаточно полно знает основные термины и законы общей и теоретической физики. Сформированы, но с отдельными пробелами знания о методах приближенного решения нелинейных ДС, автоколебаниях в диссипативных системах, генераторе Ван-дер-Поля и т.д. Хорошо сформированы умения понимать, излагать и критически анализировать информацию по физике колебаний; | Свободно ориентируется в основных терминах и законах общей и теоретической физики и т.д. Правильно понимает, излагает и критически анализирует информацию по физике колебаний, пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями; применять полученные знания в научно-исследовательских работах и в прикладных задачах профессиональной деятельности. |
| Второй этап (уровень) | Уметь: понимать, излагать и критически анализировать информацию по физике колебаний; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями; применять полученные знания в научно-исследовательских работах и в прикладных задачах профессиональной деятельности; | | Недостаточно владеет методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; современной терминологией и знаниями о | | |
| Третий этап (уровень) | Владеть: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; современной | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|
| | <p>терминологией и знаниями о свойствах реальных колебательных систем.</p> | | <p>свойствах реальных колебательных систем.</p> | <p>пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями; применять полученные знания в научно-исследовательских работах и в прикладных задачах профессиональной деятельности. Хорошо владеет методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации, современной терминологией и знаниями о свойствах реальных колебательных систем.</p> | <p>анализа экспериментальной и теоретической физической информации; современной терминологией и знаниями о свойствах реальных колебательных систем.</p> |
|--|--|--|---|--|---|

Код и формулировка компетенции ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

| Этап (уровень) освоения компетенци и | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | 2 («Не удовлетворитель но») | 3 («Удовлетворител ьно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (уровень) | Знать: методы качественного анализа и построения фазовых портретов; методы теории возмущений для получения приближенных аналитических решений; | Знания, умения и владения не сформированы. | Слабо сформированы общие, но не структурированны знания. Частично сформированы умения сформулировать математическую постановку задачи и т.д. | Достаточно полно знает методы качественного анализа и построения фазовых портретов; методы теории возмущений для получения приближенных аналитических решений. | Свободно ориентируется в основных методах качественного анализа и построения фазовых портретов; методы теории возмущений для получения приближенных аналитических решений. Умеет правильно проводить анализ физических моделей, описываемых ДС1 и ДС2; применять системы компьютерной алгебры к анализу динамических систем; находить точки бифуркации и исследовать характер устойчивости для конкретных задач; |
| Второй этап (уровень) | Уметь: проводить анализ описываемых ДС1 и ДС2; применять системы компьютерной алгебры к анализу динамических систем; находить точки бифуркации и исследовать характер физических моделей, устойчивости для конкретных задач; | | Недостаточно владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов. | Хорошо сформированы умения проводить анализ физических моделей, описываемых ДС1 и ДС2, применять системы компьютерной алгебры к анализу динамических систем; находить точки бифуркации и исследовать характер устойчивости для | Умеет правильно проводить анализ физических моделей, описываемых ДС1 и ДС2; применять системы компьютерной алгебры к анализу динамических систем; находить точки бифуркации и исследовать характер устойчивости для конкретных задач. Без затруднений проводит интерпретацию наблюдательных и экспериментальных |

| | | | | | |
|--------------------------|---|--|--|---|-------------------------------------|
| Третий этап (уровень) | Владеть: навыками проводить интерпретацию наблюдательных и экспериментальных данных и сопоставлять их с теорией | | | конкретных задач. Хорошо интерпретирует наблюдательные и экспериментальные данные и сопоставляет их с теорией. | данных и сопоставлять их с теорией. |
|--------------------------|---|--|--|---|-------------------------------------|

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
|--------------------|--|-------------|---|
| 1-й этап Знания | основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике; | ОПК-2 | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| | Основные термины и законы общей и теоретической физики; Методы приближенного решения нелинейных ДС. Автоколебания в диссипативных системах. Генератор Ван-дер-Поля. Релаксационные колебания. Основные бифуркации на плоскости. | ОПК-3 | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| | Методы качественного анализа и построения фазовых портретов; методы теории возмущений для получения приближенных аналитических решений; | ПК-1 | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| 2-й этап Умения | правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных; | ОПК-2 | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| | понимать, излагать и критически анализировать информацию по физике колебаний; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и | ОПК-3 | Доклад Тестирование Коллоквиум |

| | | | |
|------------------------------|---|-------|---|
| | моделями; применять полученные знания в научно-исследовательских работах и в прикладных задачах профессиональной деятельности; | | Экзамен |
| | Проводить анализ физических моделей, описываемых ДС1 и ДС2; применять системы компьютерной алгебры к анализу динамических систем; находить точки бифуркации и исследовать характер устойчивости для конкретных задач; | ПК-1 | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| 3-й этап Владеть навыками | методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов. | ОПК-2 | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| | методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; современной терминологией и знаниями о свойствах реальных колебательных систем | ОПК-3 | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| | проводить интерпретацию наблюдательных и экспериментальных данных и сопоставлять их с теорией. | ПК-1 | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |

К оценочным средствам можно отнести:

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет включает в себя ...

Примерные вопросы для экзамена:

1. Динамические системы первого порядка (ДС1). Фазовый портрет. Понятие устойчивости. Определение бифуркации. Бифуркации положений равновесия для ДС1. Бифуркационная диаграмма.
2. Динамические системы второго порядка (ДС2). Исследование колебаний в линейном приближении. Линейный автономный осциллятор (ЛО). Фазовая плоскость. Типы фазовых траекторий для ЛО. Классификация корней характеристического уравнения. Нелинейные

консервативные ДС2. Фазовый портрет. Неизохронные движения. Процедура линеаризации. Устойчивость и неустойчивость линеаризованных систем. Определения устойчивости. Критерий устойчивости Рауса-Гурвица.

3. ДС с мягкой нелинейностью. Нелинейный осциллятор Дюффинга (ОД). Фазовый портрет ОД. Точные решения ОД. Эллиптические функции.

4. Методы приближенного решения нелинейных ДС. Методы возмущения для ДС2. Метод прямого разложения. Улучшенная теория возмущений. Метод усреднения (сглаживания). Уравнения Крылова-Боголюбова. Наиболее распространенные операторы усреднения. Сильно возмущенные системы. Метод гармонического баланса.

5. Типы траекторий нелинейных ДС. Сложные особые точки. Предельные множества траекторий. Гомоклинические траектории. Предельные циклы. Автоколебания в диссипативных системах. Генератор Ван-дер-Поля. Релаксационные колебания. Уравнение Рэля. Системы с медленными и быстрыми движениями.

6. Понятие грубости ДС. Структурная устойчивость. Основные бифуркации на плоскости. Бифуркации стационарных решений. Бифуркации периодических решений. Устойчивость периодических решений. Триггерные системы. Законы совместного сосуществования различных типов траекторий. Индексы Пуанкаре.

7. Параметрические системы (ПС). Уравнения Хилла и Матье. Параметрический резонанс. Теория Флоке. Метод малого параметра. Субгармоническая неустойчивость. Нерезонансные ПС. Адиабатические инварианты. Маятник Капицы.

8. Неавтономные ДС2. Метод комплексных амплитуд. Метод неопределенных коэффициентов. Изолированный нелинейный резонанс. Переменные «действие-угол». Перекрытие нелинейных резонансов. Критерии устойчивости неавтономных ДС.

9. ДС с двумя степенями свободы. Интегрируемые системы. Внутренний резонанс. Биения. Техника использования переменных «действие-угол». Взаимодействующие ОД. Возбуждение двух связанных осцилляторов внешней периодической силой. Теорема взаимности. Резонансное взаимодействие нескольких осцилляторов. Соотношения Мэнли-Роу.

10. Автоколебания в многочастотных системах. Синхронизация частоты генератора внешним сигналом. Эффект конкуренции мод. Явление затягивания колебаний. Взаимная синхронизация мод.

11. Методы исследования ДС произвольного порядка. Метод гармонических разложений в системах с N степенями свободы. Полевой подход к исследованию нелинейных систем. Метод источников. Необходимые и достаточные условия неустойчивости. Исследование периодических режимов в многомерных ДС. Колебания в упорядоченных структурах. Предельный переход к одномерной сплошной среде.

...

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3

...

Перевод оценки из 100-балльной в пятибалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту

необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Студент должен устанавливать причинно-следственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

- **17-24 баллов** Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе допускаются отдельные несущественные неточности.

- **10-16 баллов** Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

- **1-10 баллов** Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Студент не умеет устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а так же при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

Доклад.

Примерные темы доклада:

1. Классификация колебательных процессов и систем.
2. Собственные колебания в консервативной системе с одной степенью свободы.
3. Метод фазовой плоскости.
4. Фазовый портрет диссипативной системы с одной степенью свободы со слабым затуханием.
5. Колебаний в линейной системе под действием вынуждающей силы.
6. Собственные колебания в слабонелинейной консервативной системе.
7. Вынужденные колебания в слабонелинейной диссипативной системе.
8. Общие сведения о колебательных и волновых процессах в распределенных системах.
9. Эквивалентная линия передачи.
10. Режимы работы линии передачи.
11. Плоские электромагнитные волны в изотропной среде.
12. Понятие о пространственной и временной дисперсии. Дисперсионное уравнение.
13. Модулированные волны и сигналы.
14. Обыкновенные и необыкновенные волны.
15. Отражение и преломление волн на границе раздела сред.
16. Волны в плавно неоднородных средах.
17. Общие свойства полей излучения произвольной системы источников
18. Типы элементарных излучателей

Критерии оценки (в баллах):

- **12-15 баллов** выставляется студенту, если студент полностью раскрыл тему доклада, дал полные, развернутые ответы на все дополнительные вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов по данной теме.

- **4 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл тему доклада, однако допущены неточности при ответе на дополнительные вопросы.

- **2-3 баллов** выставляется студенту, если при докладе студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота доклада страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала.

- **1 балл** выставляется студенту, если доклад свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий по теме. Обнаруживается отсутствие навыков поиска информации.

Тестирование.

Примерные задания теста.

1. Почему материальные объекты не могут переносить информацию со скоростями выше скорости света?
 - a) Потому что скорость света является недостижимой
 - b) Потому что они разрушаются от трения об эфир
 - c) Потому что нарушится порядок следования событий
 - d) Потому что информация не является материей
 - e) Правильного ответа нет.
2. Как изменяется длина движущихся тел?
 - a) Увеличивается
 - b) Уменьшается
 - c) Остается без изменений
 - d) Постоянно изменяется случайным образом
 - e) Правильного ответа нет.
3. Как изменяется время в движущихся системах отсчета?
 - a) Замедляется
 - b) Ускоряется
 - c) Остается без изменений
 - d) Постоянно изменяется случайным образом
 - e) Правильного ответа нет.
4. Энергия релятивистской частицы равна:
 - a) $E = mc$
 - b) $E = \frac{mc^2}{2}$
 - c) $E = \frac{m_0 v^2}{2}$
 - d) $E = m_0 c^2$
5. Скорость света c приблизительно равна:
 - a) $3 \cdot 10^8$ км/с
 - b) $3 \cdot 10^{10}$ см/ч
 - c) $3 \cdot 10^5$ км/с

- d) $3 \cdot 10^8 \text{ м/ч}$
6. Основное уравнение гармонических колебания имеет вид:
- $x' + \omega^2 \cdot x = 0$
 - $x'' + \omega^2 \cdot x' = 0$
 - $x'' + \omega^2 \cdot x = 0$
 - $x + \omega^2 \cdot x' = 0$
7. Решение дифференциального уравнения для затухающих колебаний имеет вид:
- $x(t) = a \cdot \cos(\omega t + \alpha)$
 - $x(t) = e^{-\beta t} \cdot \cos(\omega t + \alpha)$
 - $x(t) = a \cdot e^{-\beta t} \cdot \cos(\omega t)$
 - $x(t) = a \cdot e^{-\beta t} \cdot \cos(\omega t + \alpha)$
 - Правильного ответа нет
8. Какие колебания называются вынужденными?
- Колебания, совершающиеся под действием внешней силы
 - Колебания, которые прекратятся только при
 - Сумма нескольких различных колебаний
 - Колебания без трения
 - Правильного ответа нет.
9. Что такое резонанс?
- Явление резкого возрастания амплитуды колебаний при совпадении частоты вынуждающей силы с собственной частоты колебаний системы
 - Явление резкого затухания колебаний при совпадении частоты вынуждающей силы с собственной частоты колебаний системы
 - Разрушение колебательной системы
 - Сложение колебаний нескольких колебательных систем
 - Правильного ответа нет.
10. Что такое волна?
- Периодическое изменение координаты частицы
 - Передача импульса от одной частицы другой
 - Колебание, распространяющееся в пространстве
 - Колебания воды
 - Правильного ответа нет.
11. Какие волны возникают внутри жидкой и газообразной среды?
- Только продольные
 - Только поперечные
 - И продольные, и поперечные
 - Вначале возникают продольные, которые со временем переходят в поперечные
 - Правильного ответа нет.
12. Что такое волновой фронт?
- Это геометрическое место точек встречи различных колебаний
 - Это геометрическое место точек, до которых дошли колебания в некоторый момент времени
 - Это геометрическое место точек, колеблющихся в одинаковой фазе

- d) Это геометрическое место точек, колеблющихся с одинаковой амплитудой
 e) Правильного ответа нет.
13. Что такое волновая поверхность?
- a) Это геометрическое место точек встречи различных колебаний
 b) Это геометрическое место точек, до которых дошли колебания в некоторый момент времени
 c) Это геометрическое место точек, колеблющихся в одинаковой фазе
 d) Это геометрическое место точек, колеблющихся с одинаковой амплитудой
 e) Правильного ответа нет.

Критерии оценки (в баллах):

- 5 баллов выставляется студенту, если дано от 86 до 100% верных ответов.
- 4 балла выставляется студенту, если дано от 71 до 85% верных ответов;
- 3 балла выставляется студенту, если дано от 56 до 70% верных ответов;
- 2 балла выставляется студенту, если дано 41-55% верных ответов;
- 1 балл выставляется студенту, если дано от 20 до 40% верных ответов;
- 0 баллов выставляется студенту, если дано менее 20% правильных ответов;

Коллоквиум.

Вопросы к коллоквиумам

1. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты.
2. Понятие резонанса. Резонансные кривые.
3. Характеристики резонанса в зависимости от коэффициента затуханий.
4. Сдвиг по фазе между током и напряжением при резонансе в контуре.
5. Фазовые резонансные кривые.
6. Переменный ток.
7. Реактивное индуктивное сопротивление 8. Реактивное емкостное сопротивление
9. Цепь переменного тока, содержащая последовательно включенные резистор, катушку индуктивности и конденсатор.
10. Волновое сопротивление цепи.
11. Резонанс напряжений.
12. Резонанс токов.
13. Действующее значение тока и напряжения
14. Коэффициент мощности.
15. Мощность переменного тока.

- 12-15 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов.

- 10-12 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 6-9 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- 1-5 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Мигулин В.В. и др. Основы теории колебаний. - М.: Наука, 1988.
2. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. - М.: Наука, 1992.
3. Косевич А.М., Ковалев А.С. Введение в нелинейную физическую механику. Киев. Наука. Думка. 1989

Дополнительная литература:

1. Бутенин Н.В. и др. Введение в теорию нелинейных колебаний. - М.: Наука, 1987.
2. Магнус К. Колебания. - М.: Мир, 1982.
3. Холоднюк М. и др. Методы анализа нелинейных динамических моделей. - М.: Мир, 1991.
4. Блэкьер О. Анализ нелинейных систем. - М.: Мир, 1969.
5. Баутин Н.Н., Леонтович Е.А. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. - М.: Наука, 1990.
6. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. - М.: Физматгиз, 1963.
7. Гребеников Е.А. Метод усреднения в прикладных задачах. - М.: Наука, 1986.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Видео демонстрации колебательных процессов - <http://учебныефильмы.рф/VideoOsc.htm>
2. Колебания и волны. Лекции. Физический факультет МГУ - <http://www.astronet.ru/db/msg/1175791/page1.html>
3. Проект - Вся физика - http://sfiz.ru/list.php?c=uch_kolebaniya
4. Универсальная научно-популярная онлайн энциклопедия – http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/KOLEBANIYA_I_VOLNI.html.

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

Например, в виде таблицы:

| <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i> | <i>Вид занятий</i> | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i> |
|--|---------------------|--|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
| <i>Аудитория (219 а физмат корпус)</i> | <i>Лекции</i> | <i>Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска и т.д.</i> |
| <i>Компьютерный класс</i> | <i>Практические</i> | <i>Компьютеры, имеющие информационно-</i> |

| | | |
|------------------------------|----------------|---|
| <i>(219 а физмат корпус)</i> | <i>занятия</i> | <i>вычислительные аналитические системы, которые включают в себя базы данных, методы обработки информации для ...</i> |
|------------------------------|----------------|---|

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА
НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Физика колебаний на 7 семестр
(наименование дисциплины)

очная
форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 5/180 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 18 |
| практических/ семинарских | 36 |
| лабораторных | 18 |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1,7 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 62,5 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | 61,8 |

Форма(ы) контроля:
экзамен 7 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|-------|---|--|--------|----|----|--|---|---|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | Введение. Общие замечания. Предмет и содержание теории колебаний. Используемая терминология. Общая методика исследования динамических систем (ДС). | 1 | 2 | 1 | 2 | [1] [6] гл.1 [3] | Работа с лекционным материалом | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| 2. | Динамические системы первого порядка (ДС1). Фазовый портрет. Понятие устойчивости. Определение бифуркации. Бифуркации положений равновесия для ДС1. Бифуркационная диаграмма. | 1 | 2 | 1 | 4 | [1] [6] гл.2 [3] | Работа с лекционным материалом | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |

| | | | | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|---|--|---|
| 3. | <p>Динамические системы второго порядка (ДС2). Исследование колебаний в линейном приближении. Линейный автономный осциллятор (ЛО). Фазовая плоскость. Типы фазовых траекторий для ЛО. Классификация корней характеристического уравнения. Нелинейные консервативные ДС2. Фазовый портрет. Неизохронные движения. Процедура линеаризации. Устойчивость и неустойчивость линеаризованных систем. Определения устойчивости. Критерий устойчивости Рауса-Гурвица (КУРГ).</p> | 2 | 4 | 2 | 4 | <p>[1] [2] гл. 1, 6, 13 [3]</p> | <p>Применение КУРГ к ДС 3-го порядка [2] [4]</p> | <p>Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен</p> |
|----|--|---|---|---|---|---|--|---|

| | | | | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|--|--|---|
| 4. | ДС с мягкой нелинейностью. Нелинейный осциллятор Дюффинга (ОД). Фазовый портрет ОД. Точные решения ОД. Эллиптические функции. | 1 | 2 | 1 | 4 | [1] [3] | Работа с лекционным материалом | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| 5. | Методы приближенного решения нелинейных ДС. Методы возмущения для ДС2. Метод прямого разложения. Улучшенная теория возмущений. Метод усреднения (сглаживания). Уравнения Крылова-Боголюбова. Наиболее распространенные операторы усреднения. Сильно возмущенные системы. Метод гармонического баланса. | 2 | 4 | 2 | 6 | [1] [3] [10] [12] гл. 4,5,7,8 | Работа с лекционным материалом | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| 6. | Типы траекторий нелинейных ДС. Сложные особые точки. Предельные | 2 | 4 | 2 | 6 | [1] [2] гл.14 [3] | Исследование фазовых портретов автоколебательных | Доклад Тестирование |

| | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <p>множества траекторий. Гомоклинические траектории. Предельные циклы. Автоколебания в диссипативных системах. Генератор Ван-дер-Поля. Релаксационные колебания. Уравнение Рэля. Системы с медленными и быстрыми движениями.</p> | | | | | | <p>ДС2 [8]</p> | <p>Коллоквиум Экзамен</p> |
| 7. | <p>Понятие грубости ДС. Структурная устойчивость. Основные бифуркации на плоскости. Бифуркации стационарных решений. Бифуркации периодических решений. Устойчивость периодических решений. Триггерные системы. Законы совместного сосуществования различных типов траекторий. Индексы Пуанкаре.</p> | 2 | 4 | 2 | 6 | <p>[1] [2] гл 15 [6] гл.2 [3]</p> | <p>Построение фазовых портретов для консервативных ДС [8]</p> | <p>Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен</p> |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|---|-----|--------------------------------------|--|---|
| 8. | <p>Параметрические системы (ПС). Уравнения Хилла и Матъе. Параметрический резонанс. Теория Флоке. Метод малого параметра. Субгармоническая неустойчивость. Нерезонансные ПС. Адиабатические инварианты. Маятник Капицы.</p> | 1 | 2 | 1 | 6 | <p>[1] [2] гл. 11-12 [3]</p> | <p>Применение теории возмущений для уравнение Матъё [12] гл.11</p> | <p>Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен</p> |
| 9. | <p>Неавтономные ДС2. Метод комплексных амплитуд. Метод неопределенных коэффициентов. Изолированный нелинейный резонанс. Переменные «действие-угол». Перекрытие нелинейных резонансов. Критерии устойчивости неавтономных ДС.</p> | 1 | 4 | 1 | 4,5 | <p>[1] [2] гл. 13 [3]</p> | <p>Исследование вынужденных колебаний ДС2 [12] гл. 9,10</p> | <p>Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен</p> |
| 10. | <p>ДС с двумя степенями свободы. Интегрируемые системы. Внутренний резонанс. Биения.</p> | 2 | 4 | 2 | 6 | <p>[1] [2] гл.17 [3]</p> | <p>Работа с лекционным материалом</p> | <p>Доклад Тестирование Коллоквиум</p> |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|----------------------------|--------------------------------|---|
| | Техника использования переменных «действие-угол». Взаимодействующие ОД. Возбуждение двух связанных осцилляторов внешней периодической силой. Теорема взаимности. Резонансное взаимодействие нескольких осцилляторов. Соотношения Мэнли-Роу. | | | | | | | Экзамен |
| 11. | Автоколебания в многочастотных системах. Синхронизация частоты генератора внешним сигналом. Эффект конкуренции мод. Явление затягивания колебаний. Взаимная синхронизация мод. | 1 | 2 | 1 | 4 | [1] [2] гл.16 [3] | Работа с лекционным материалом | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| 12. | Методы исследования ДС произвольного порядка. Метод гармонических разложений в системах с N | 1 | 2 | 1 | 6 | [1] [7] [10] [11] | Работа с лекционным материалом | Доклад Тестирование Коллоквиум |

| | | | | | | | | |
|-----|---|----|----|----|------|---------------------------------|--------------------------------|---|
| | степенями свободы. | | | | | | | Экзамен |
| 13. | Полевой подход к исследованию нелинейных систем. Метод источников. Необходимые и достаточные условия неустойчивости. Исследование периодических режимов в многомерных ДС. Колебания в упорядоченных структурах. Предельный переход к одномерной сплошной среде | 1 | 1 | 1 | 6 | [1] [2] гл. 4 [3] [11] | Работа с лекционным материалом | Доклад Тестирование Коллоквиум Экзамен |
| | Всего часов: | 18 | 36 | 18 | 62,5 | | | |

Рейтинг – план дисциплины

Теория колебаний

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность Физика

курс 4, семестр 1

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1 | | | | |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Доклад | 15 | 1 | 0 | 15 |
| 2. Тестовый контроль | 5 | 1 | 0 | 5 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Коллоквиум | 15 | 1 | 0 | 15 |
| Модуль 2 | | | | |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Доклад | 15 | 1 | 0 | 15 |
| 2. Тестовый контроль | 5 | 1 | 0 | 5 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Коллоквиум | 15 | 1 | 0 | 15 |
| Поощрительные баллы | | | | |
| 1. Студенческая олимпиада | 3 | 1 | 0 | 3 |
| 2. Публикация статей | 4 | 1 | 0 | 4 |
| 3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады) | 3 | 1 | 0 | 3 |
| Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов) | | | | |
| 1. Посещение лекционных занятий | | | 0 | -6 |
| 2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий) | | | 0 | -10 |
| Итоговый контроль | | | | |
| 1. Экзамен | | | | 30 |

Форма экзаменационного билета

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Теория колебаний

Направление 03.03.02 физика

Физика конденсированного состояния вещества

1. Динамические системы первого порядка. Устойчивость положений равновесия. Бифуркации.
2. Исследовать динамическую систему 2-го порядка:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1(1 - x_2) \\ \dot{x}_2 = -x_2(2 - x_1) \end{cases}$$