

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра теоретической физики

Авторы-составители: **Демин Виталий Анатольевич
Циберкин Кирилл Борисович**

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
Код УМК 80986

Утверждено
Протокол №6
от «08» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Теоретическая механика

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.02** Физика

направленность Фундаментальная физика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Теоретическая механика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.02 Физика (направленность : Фундаментальная физика)

ОПК.6 способность использовать базовые знания основных разделов теоретической механики в будущей профессиональной деятельности

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	5
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	42
Проведение практических занятий, семинаров	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	0
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (5 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Теоретическая механика [УГНС ФМ]. Первый семестр

Обзор элементарных принципов. Законы сохранения

Движение материальной точки

Производится обзор элементарных принципов: перемещение, скорость ускорение. Обсуждаются законы Ньютона для материальной точки, относительность по Галилею и Эйнштейну.

Законы сохранения для материальной точки

В наиболее общем виде выводятся законы сохранения импульса, момента импульса и закон сохранения энергии для материальной точки. Вводится понятие консервативной силы.

Механика систем материальных точек

Рассматривается механика систем материальных точек. Вводится понятие центра масс системы материальных точек. Выводится второй закон Ньютона для системы материальных точек.

Законы сохранения для систем материальных точек

Выводятся законы сохранения импульса, момента импульса и энергии для системы материальных точек.

Лагранжев формализм

Уравнения Лагранжа

Производится классификация связей. Рассматриваются примеры связей. Вводятся обобщенные координаты. Формулируется принцип Даламбера. Выводятся уравнения Лагранжа. Определяется функция Лагранжа, обсуждаются свойства функции Лагранжа. В качестве примера решается задача о двойном математическом маятнике.

Связь симметрий пространства-времени с законами сохранения

Формулируется и обсуждается принцип наименьшего действия. Рассматриваются симметричные свойства пространства-времени: однородность времени, однородность и изотропность пространства. Доказываются теоремы Нетер. В общем виде решается задача об одномерном движении. Рассматривается пример колебаний плоского математического маятника.

Движение в центральном поле

Общие закономерности движения материальной точки в центральном поле

Рассматривается задача о движении двух тел. Вводится понятие приведенной массы. Формулируется задача о движении материальной точки в центральном поле. Анализируются интегралы движения. Выводится второй закон Кеплера. Фinitные и инфинитные траектории при движении в центральных полях.

Движение в кулоновском поле

Выводится коническое сечение для движения материальной точки в кулоновском поле. Анализируются частные случаи фinitных и инфинитных траекторий. Выводится третий закон Кеплера. Рассматривается задача о рассеянии частиц. Определяется понятие сечения рассеяния. Выводится формула Резерфорда.

Колебания

Одномерные колебания

Производится постановка задачи о малых одномерных колебаниях. Рассматриваются свободные и

вынужденные колебания, биения, резонанс. Задача о вынужденных колебаниях решается в квадратурах. Описываются периодические и аperiodические затухающие колебания. Решается общая задача о вынужденных колебаниях системы при наличии трения.

Системы со многими степенями свободы

Рассматриваются колебания механической системы со многими степенями свободы. Определяется диссипативная функция. Выводятся уравнения Лагранжа с учетом трения.

Параметрический резонанс и нелинейные колебания

Обсуждаются общие вопросы параметрического воздействия, явление параметрического резонанса. Приводится пример решения задачи. Ставится задача о нелинейных колебаниях. Для ее решения используется метод последовательных приближений.

Движение абсолютно твердого тела

Абсолютно твердое тело. Тензор инерции

Вводится понятие угловой скорости. Вычисляется кинетическая энергия твердого тела. Определяется тензор инерции. Рассматриваются малые колебания физического маятника. Вычисляется момент импульса твердого тела. Приводится пример ротатора. Описывается явление прецессии симметрического волчка.

Уравнения Эйлера

Выводятся уравнения движения твердого тела. Вводятся эйлеровы углы. Вычисляются компоненты вектора угловой скорости в терминах эйлеровых углов. Рассматривается движение осесимметрического волчка с неподвижной нижней точкой. Выводятся уравнения Эйлера. В качестве иллюстрации применения уравнений Эйлера приводится пример симметрического волчка.

Движение асимметрического волчка

Рассматривается асимметрический волчок. Проводится анализ интегралов движения в случае свободного вращения асимметрического волчка. Выводятся зависимости компонент угловой скорости асимметрического волчка от времени.

Неинерциальные системы отсчета

Рассматривается движение тел в неинерциальных системах отсчета. Выводится функция Лагранжа для материальной точки в НСО. Обсуждается действие центробежной силы и силы Кориолиса на поверхности Земли.

Гамильтонов подход

Гамильтонов формализм

Доказывается теорема Лиувилля. Определяется функция Гамильтона. Выводятся уравнения Гамильтона. Вводятся скобки Пуассона. Обсуждаются свойства скобок Пуассона.

Уравнение для действия

Выводится уравнение Гамильтона-Якоби. Действие анализируется как функция координат. Рассматривается предельный переход уравнения Шредингера в уравнение Гамильтона-Якоби.

Теория упругости

Обсуждается понятие физически бесконечно малой частицы. Вводятся тензоры деформаций и напряжений. Выводится закон Гука. Рассматриваются однородные деформации и изгиб стержней.

Основы гидродинамики

Уравнение Эйлера

Выводится уравнение непрерывности. Рассматривается идеальная жидкость. Обсуждается уравнение Эйлера. Выводится уравнение Бернулли.

Уравнение звуковой волны

Вводятся потоки импульса и энергии. Производится постановка задачи о распространении звуковой волны. Выводится волновое уравнение. Обсуждаются разрывы в течениях типа ударных волн. Рассматриваются особенности сверхзвуковых течений.

Уравнение для вязкой жидкости

Рассматривается вязкая жидкость. Вводится тензор вязких напряжений. Формулируется уравнение Навье-Стокса.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Ольховский И. И. Курс теоретической механики для физиков: учебник для вузов по специальности "Физика"/И. И. Ольховский.-Москва:Издательство Московского университета,1974.-569.-Библиогр.: с. 568-569
2. Васильев А. С. Основы теоретической механики: Учебное пособие/Васильев А. С..-Саратов: Ай Пи Эр Медиа,2018, ISBN 978-5-4486-0154-5.-191. <http://www.iprbookshop.ru/70776.html>

Дополнительная:

1. Сивухин Д. В.Общий курс физики.учебное пособие для вузов Т. 1.Механика/Д. В. Сивухин.-4-е изд., стер..-Москва:ФИЗМАТЛИТ: МФТИ,2002, ISBN 5-9221-0225-7.-560
2. Кульгина Л. М. Теоретическая механика:Курс лекций/Кульгина Л. М..-Ставрополь:Северо-Кавказский федеральный университет,2015.-118. <http://www.iprbookshop.ru/62871.html>
3. Бать М. И.Теоретическая механика в примерах и задачах.учебное пособие для студентов втузов Т. 1.Статика и кинематика/М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон.-Москва:Наука,1990, ISBN 5-02-014450-9.-672

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

library.psu.ru/node/738 Ресурсы Научной библиотеки ПГНИУ

<https://elis.psu.ru/> Электронная мультимедийная библиотека ELiS

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

Образовательный процесс по дисциплине **Теоретическая механика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- приложение, позволяющее просматривать PDF-файлы
- офисный пакет приложений «LibreOffice».
- Пакет аналитических и численных расчётов Maxima.

Дополнительный перечень используемых информационных технологий определяется преподавателями дисциплины.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью

подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Теоретическая механика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.6 способность использовать базовые знания основных разделов теоретической механики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Знать основные принципы механики, динамических законов, законов сохранения, ранее решенных классических задач механики, основных исторических этапов развития механики. Уметь использовать общие законы механики для получения частных закономерностей, решать прикладные задачи. Владеть подходами Лагранжа и Гамильтона, общими методами теоретической механики и теории устойчивости.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные принципы механики, динамических законов, законов сохранения. Не умеет использовать общие законы механики для получения частных закономерностей, решать прикладные задачи. Не владеет подходами Лагранжа и Гамильтона, общими методами теоретической механики и теории устойчивости.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных принципов механики, динамических законов, законов сохранения. Демонстрирует частично сформированное умение использовать общие законы механики для получения частных закономерностей, решать прикладные задачи. Имеет представление о подходах Лагранжа и Гамильтона, общих методах теоретической механики и теории устойчивости.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных принципов механики, динамических законов, законов сохранения. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения использовать общие законы механики для получения частных закономерностей, решать прикладные задачи, давать интерпретацию результатов, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет подходами Лагранжа и Гамильтона, общими методами теоретической механики и теории</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>устойчивости.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных принципов механики, динамических законов, законов сохранения. Сформированное умение использовать общие законы механики для получения частных закономерностей, решать прикладные задачи. Успешное и систематическое применение подходов Лагранжа и Гамильтона, общих методов теоретической механики и теории устойчивости.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Движение материальной точки Входное тестирование	Владение методами решения дифференциальных уравнений и их систем, задач вариационного исчисления
ОПК.6 способность использовать базовые знания основных разделов теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Связь симметрий пространства-времени с законами сохранения Письменное контрольное мероприятие	Владение приемами нахождения законов сохранения, знание подхода Лагранжа
ОПК.6 способность использовать базовые знания основных разделов теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Параметрический резонанс и нелинейные колебания Письменное контрольное мероприятие	знание законов Кеплера, формулы Резерфорда, особенностей движения тел в центральных полях, владение базовыми методами теории колебаний
ОПК.6 способность использовать базовые знания основных разделов теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Уравнение для вязкой жидкости Итоговое контрольное мероприятие	знание общих принципов теоретической механики и механики сплошной среды, умение использовать общие законы и подходы механики для решения прикладных задач, владение методами описания движения абсолютно твердого тела.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Движение материальной точки

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Минимизация функционала	5
Знание выражений для кинетической энергии материальной точки, связи потенциальной энергии и силовых полей	3
Решение линейного ОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами	2

Связь симметрий пространства-времени с законами сохранения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание законов движения материальных точек	7
Умение строить функцию и уравнения Лагранжа для механических систем	7
Владение навыками описания систем материальных точек	6
Умение находить законы сохранения из свойств симметрии	5
знание уравнения движения центра масс	5

Параметрический резонанс и нелинейные колебания

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание формулы Резерфорда, умение анализировать рассеяние частиц	8
Знание законов Кеплера, умение применять их для описания движения тел в центральном потенциале	7
Владение базовыми методами теории колебаний, умение анализировать одномерные колебания	6
Знание принципов описания систем со многими степенями свободы	5
умение исследовать колебания линейных и параметрических осцилляторов	4

Уравнение для вязкой жидкости

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умение находить моменты инерции и главные оси вращения	9

Владение основными понятиями теории движения абсолютно твердых тел	8
знание основ теории упругости	7
умение получать уравнения движения из функции Гамильтона	6
Владение методами описания движения симметрического и асимметрического волчка	5
владение методами описания движения в неинерциальных системах отсчёта	5