

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Высшая школа общей и прикладной физики

(факультет)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ВШОПФ _____ Е.Д. Господчиков

«_____» _____ 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

Теоретическая механика

Уровень высшего образования

бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

Направленность образовательной программы

профиль: Фундаментальная физика

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Нижний Новгород

2020

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретическая механика» входит в модуль «Теоретическая физика», который относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины, модули» ОПОП. Дисциплина является обязательной для освоения в третьем и четвертом семестрах второго года обучения в бакалавриате.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование у студентов современного представления об основных методах описания детерминированного движения отдельных частиц и ансамблей частиц под действием заданных сил и выработка понятия о применимости этих методов к более широкому классу явлений, включая динамику электромагнитных полей;
- освоение студентами методов лагранжевой и гамильтоновой механики для составления и решения уравнений движения классических механических систем
- формирование у студентов навыков теоретического расчета и качественного анализа на примерах классических механических задач;
- формирование у студентов в ходе лекционных, практических и семинарских занятий понимания неразрывной связи законов сохранения и симметрии механических систем и универсального характера описания физических явлений, основанного на вариационных принципах;
- формирование у студентов общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (этап освоения – базовый)	<i>З1 (ОПК-3) Знать</i> основные виды уравнений механики (уравнения Ньютона, Лагранжа, Гамильтона) и их взаимосвязь, общие свойства одномерного движения и движения в центральном поле, уравнения движения классической заряженной частицы в электромагнитном поле, основные законы сохранения и их связь с симметрией механических систем, связь уравнений движения с принципом наименьшего действия, канонические преобразования, метод Гамильтона-Якоби интегрирования уравнений движения, связь переменных действие-угол и адиабатических инвариантов. <i>У1 (ОПК-3) Уметь</i> пользоваться законами механики для решения задач о движении материальной точки и систем материальных точек. <i>В1 (ОПК-3) Владеть</i> навыками решения задач, основанных на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях.
ПК-1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (этап освоения – начальный)	<i>У2(ПК-1) Уметь</i> использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин. <i>В2 (ПК-1) Владеть</i> навыками решения задач, основываясь на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях и умениях.

<p>ПК-4 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (этап освоения – начальный)</p>	<p><i>У3 (ПК-4) Уметь</i> применять полученные знания теоретической механики при проведении научных исследований в избранной области</p> <p><i>В3 (ПК-4) Владеть</i> методами теоретической механики в рамках формализма Ньютона, Лагранжа и Гамильтона для описания классических механических систем и использовать их при необходимости при проведении теоретических и/или экспериментальных физических исследований.</p>
---	---

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых 132 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (64 часа занятия лекционного типа, 64 часа занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия), 4 часа мероприятия промежуточной аттестации), 36 часов подготовка к экзамену, 84 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	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	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Обзор основных понятий и законов классической механики	26	8	8		16	10
Тема 2. Уравнения Лагранжа	26	8	8		16	10
Тема 3. Интегрирование уравнений движения систем с одной степенью свободы	26	8	8		16	10
Тема 4. Движение материальной точки в центральном поле и задача двух тел	28	8	8		16	12
в т.ч. текущий контроль			4			
Промежуточная аттестация – Экзамен					2	36
Тема 5. Уравнения Гамильтона	26	8	8		16	10
Тема 6. Метод Гамильтона-Якоби	26	8	8		16	10
Тема 7. Интегральные инварианты механики	26	8	8		16	10

Тема 8. Динамика твердого тела	28	8	8		16	12
в т.ч. текущий контроль			4			
Промежуточная аттестация – Дифференцированный зачет					2	

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде решений и последующей проверки домашних контрольных работ, а также в рамках занятий практического и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на экзамене и дифференцированном зачете.

4. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются современные образовательные технологии. Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, тренинги по решению практических задач) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) по дисциплине проходит в форме лекций и практических занятий, а также в виде коллективных и индивидуальных консультаций. На занятиях лекционного типа используются мультимедийные средства поддержки образовательного процесса, часть занятий проводятся в виде лекций с проблемным изложением материала. На занятиях практического типа разбираются решения задач различной степени сложности, проводятся обсуждения рассматриваемых проблем в свете последних научных достижений в данной области. Студенты работают как индивидуально, так и коллективно.

Самостоятельная работа включает в себя выполнение домашних контрольных работ и теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы. Кроме того, студенты имеют возможность принимать участие в семинарах с представителями российских и зарубежных научных организаций, проводимых в Федеральном исследовательском центре Институт прикладной физики Российской академии наук.

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине являются зачеты, проводимые по окончании каждого семестра, и экзамен, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – неотъемлемая часть подготовки высококвалифицированного специалиста в соответствующей области. Ее цель – формирование у студентов способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного и дополнительного материала, решение домашних контрольных работ с последующей проверкой навыков решения задач.

Проработка лекционного материала осуществляется еженедельно после проведения аудиторных занятий в рамках часов, отведенных студентам на самостоятельную работу. Кроме того, работа с лекционным и дополнительным материалом (рекомендо-

ванной литературой, приведенной в конце данной программы) проводится в период сессии при подготовке к экзамену по дисциплине.

Выполнение домашних контрольных работ осуществляется еженедельно или раз в две недели в соответствии с графиком изучения соответствующего лекционного материала и проведения практических занятий по соответствующей тематике.

Задачи для выполнения самостоятельных контрольных работ по каждому разделу дисциплины составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка тестовых заданий. Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

Типовые задачи, предлагаемые студентам в качестве домашних контрольных работ:

Задача 1.

Частица массой m совершает колебания в потенциале $U(x) = U_0 t g^2(ax)$, где $a(t)$ - медленно меняющаяся во времени величина. Найти зависимость энергии частицы от времени.

Задача 2.

Найти зависимость угла рассеяния $\chi(E, \rho)$ от энергии E и прицельного параметра ρ для частиц рассеиваемых центральным полем с потенциалом

$$U(r) = \begin{cases} U_0 (r^2 / R^2 - 1) & r < R \\ 0 & r > R \end{cases}.$$

Найти дифференциальное (по телесному углу) сечение рассеяния $\sigma_d(\chi, E)$ и полное сечение рассеяния $\sigma(E)$ частиц в случае, когда $E \gg U_0$.

Задача 3.

Найти сечение падения точечного заряда на шар радиуса R , в центре которого находится электрический диполь с потенциалом $U = \frac{\mathbf{p}\mathbf{r}}{r^3}$. Вдали от центра точка имеет энергию E и скорость, направленную под углом θ_0 к вектору дипольного момента \mathbf{p} .

Задача 4.

Найти зависимость от времени энергии системы двух связанных осцилляторов при адиабатически медленном изменении $\omega_x(t)$. Функция Лагранжа имеет следующий вид

$$L = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 - \omega_x^2(t) x^2 - \omega_y^2 y^2 + 2\alpha x y), \text{ где } \omega_y = \text{const}, \alpha = \text{const}.$$

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине,
включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ОПК-3: способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знать основные виды уравнений механики (Ньютона, Лагранжа, Гамильтона), их взаимосвязь, общие свойства одномерного движения и движения в центральном поле, уравнения движения классической заряженной частицы в электромагнитном поле, основные законы сохранения и их связь с симметрией механических систем, связь уравнений движения с принципом наименьшего действия, канонические преобразования, метод Гамильтона-Якоби интегрирования уравнений движения, связь переменных действие-угол и адиабатических инвариантов.	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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u> Уметь пользоваться законами механики для решения типовых задач о движении материальной точки и систем материальных точек.	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u> Владеть навыками решения задач, основываясь на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях и умениях.	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по про-	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

центу правильно выполненных контрольных заданий							
---	--	--	--	--	--	--	--

ПК-1: способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Умения</u> Уметь использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u> Владеть навыками решения задач, основываясь на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях и умениях.	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ПК-4: применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	
	«незачет»	«зачет»
<u>Умения</u> Уметь применять полученные знания термодинамики и статистической физики	Отсутствие умения применять полученные знания при решении стандартных задач (демонстрация грубых ошибок)	Продемонстрированы все основные умения. Решены стандартные задачи.

ки при проведении научных исследований в избранной области	бок, противоречащих основным законам)	
<u>Навыки</u> Владеть статистическими методами описания макроскопических систем и использовать их при необходимости при проведении теоретических и/или экспериментальных физических исследований.	Отсутствие навыков решения стандартных задач	Продемонстрированы базовые навыки при решении типовых задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 50 %	50 – 100%

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме. Устная часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает решение двух задач по различным разделам курса.

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом. Студент дает полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета; точно отвечает на дополнительные вопросы; приводит исчерпывающие, аргументированные решения всех сформулированных в билете задач. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение уверенно применять на практике приобретенные навыки, владение в полной мере методиками решения задач. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дает полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета; точно отвечает на дополнительные вопросы; приводит почти полные, аргументированные решения всех сформулированных в билете задач с незначительными недочетами. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение методиками решения задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета с небольшими неточностями; неполно отвечает на дополнительные вопросы; приводит достаточно аргументированные и почти полные решения всех сформулированных в билете задач с незначительными недочетами; или исчерпывающее решение приводится

	<p>только для одной из двух задач билета, а вторая задача решена с заметными недочетами. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение основными методиками решения задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.</p>
Хорошо	<p>В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета с небольшими неточностями, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы; приводит почти полные решения всех сформулированных в билете задач с некоторыми недочетами; или исчерпывающее решение приведено только для одной из двух задач билета, а вторая задача решена со значительными погрешностями. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, достаточной четкостью в выражении мыслей и не всегда полной обоснованностью выводов, демонстрирующих, в целом, знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение основными методиками решения задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.</p>
Удовлетворительно	<p>Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы; приводит неполные, слабо аргументированные решения всех сформулированных в билете задач. Изложение решений и полученные ответы не отличаются стройной логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, что говорит о не достаточно полном понимании общефизических и профессиональных дисциплин, умении применять на практике лишь некоторые приобретенные навыки, владении не всеми изученными методиками решения задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.</p>
Неудовлетворительно	<p>Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора; приводит решения сформулированных в билете задач с грубыми недочетами, что говорит о недостатке знаний по общефизическим и профессиональным дисциплинам, отсутствии умения применять на практике приобретенные навыки, не владение методиками решения задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.</p>
Плохо	<p>Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы, демонстрирует полное непонимание сформулированных в билете задач.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.</p>

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,

- устные и/или письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающие одну или несколько задач.

По сложности ПКЗ разделяются на простые (стандартные) и комплексные задания. Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия, применяются для оценки умений. Комплексные задания (задания повышенной сложности) требуют поэтапного решения и развернутого ответа с применением нестандартных подходов к решению. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

- 1) Законы сохранения в механике Ньютона.
- 2) Теорема о вириале в механике Ньютона.
- 3) Связи. Основная задача механики для систем с идеальными голономными связями. Уравнения Лагранжа первого рода.
- 4) Принцип Д'Аламбера-Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа для независимых обобщенных координат.
- 5) Обобщенно-потенциальные силы. Функция Лагранжа для заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.
- 6) Законы сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии в механике Лагранжа.
- 7) Линейные колебания в Лагранжевых системах. Собственные частоты, нормальные колебания и нормальные координаты систем с несколькими степенями свободы.
- 8) Вариационный принцип для уравнений Лагранжа и Гамильтона.
- 9) Симметрия механических систем и законы сохранения. Теорема Нетер.
- 10) Интегрирование уравнений одномерного движения консервативных систем и при наличии диссипативных сил. Фазовая плоскость.
- 11) Периодическое движение в одномерных консервативных системах. Связь периода колебаний с формой потенциала. Возмущение периода колебаний.
- 12) Задача двух тел. Интегрирование уравнений движения материальной точки в центральном поле. Виды траекторий.
- 13) Траектории частиц в поле с притягивающим и отталкивающим кулоновским потенциалом. Период обращения по замкнутой орбите. Законы Кеплера.
- 14) Рассеяние частиц в центральном поле. Рассеяние на малые углы.
- 15) Дифференциальное, транспортное и полное сечения рассеяния частиц в центральном поле. Формула Резерфорда.
- 16) Уравнения Гамильтона, их вывод из уравнений Лагранжа и из вариационного принципа.

- 17) Циклические координаты и законы сохранения в уравнениях Гамильтона. Скобки Пуассона и их свойства.
- 18) Канонические преобразования. Производящие функции. Бесконечно малые канонические преобразования.
- 19) Необходимые и достаточные условия канонических преобразований.
- 20) Метод Гамильтона-Якоби интегрирования уравнений движения. Метод разделения переменных.
- 21) Условно-периодическое движение в гамильтоновых системах. Переменные «действие-угол». Вырождение движения. Либрации и вращение.
- 22) Адиабатические инварианты.
- 23) Интегральные инварианты в механике Гамильтона.
- 24) Независимые координаты твердого тела. Функция Лагранжа абсолютно твердого тела с закрепленной точкой.
- 25) Симметричный волчок с закрепленной точкой в поле силы тяжести.
- 26) Уравнения Эйлера. Свободное движение твердого тела.

Типовые задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Для оценки сформированности компетенции ОПК-3: способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач:

Задача 1.1

Частица массой m и зарядом q может двигаться в поле силы тяжести по вертикально расположенному закреплённому обручу радиуса R . В нижней точке обруча закреплена частица, также имеющая заряд q . Найти устойчивые положения равновесия этой системы и частоты малых колебаний относительно этих положений равновесия.

Задача 1.2

Стационарное магнитное поле равно $\mathbf{B} = B_0 x / L \mathbf{z}_0$ в полупространстве $x > 0$ и нулю вне этого полупространства. На это полупространство со стороны отрицательных x налетает частица массой m , зарядом q и скоростью $\mathbf{v} = v_0 \mathbf{x}_0$. Каким будет максимальное значение координаты x в процессе движения частицы?

Задача 1.3

Найти период $T(E)$ одномерного финитного движения частицы с массой m и энергией

$$E \text{ в потенциале } U(x) = -\frac{m\omega^2}{2} \operatorname{ch}^{-2} \alpha x.$$

Для оценки сформированности компетенции ПК-1: способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин:

Задача 2.1

Найти сечение падения на центр $\sigma_f(E)$ частиц, движущихся под действием центрального потенциала $U(r) = \frac{\alpha}{r^2} - \frac{\beta}{r^5}$ ($\alpha > 0; \beta > 0$).

Задача 2.2

Для системы с функцией Лагранжа $L(q, \dot{q}, t) = t\sqrt{1 + \dot{q}^2}$ составить и решить уравнение движения.

Задача 2.3

Для системы с функцией Лагранжа $L(q_1, q_2, \dot{q}_1, \dot{q}_2) = a\dot{q}_1^2 + (c^2 + b^2 \cos^2 q_1)\dot{q}_2^2 + q_2\dot{q}_2$ составить уравнение Гамильтона-Якоби, найти его полный интеграл и зависимости обобщенных координат q_1 и q_2 от времени в квадратурах.

Для оценки сформированности компетенции ПК-4: способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин:

Задача 3.1

Спутник движется вокруг Земли по эллиптической траектории с эксцентриситетом e . Найти отношение максимальной и минимальной угловой скорости движения спутника.

Задача 3.2

Маятник образован материальной точкой массы m , подвешенной на нерастяжимой невесомой нити длины l . Маятник совершает плоские колебания. Как изменится максимальный угол отклонения маятника при адиабатически медленном увеличении длины нити вдвое по закону $l(t) = l_0(1 + \varepsilon t)$, $0 \leq t \leq 1/\varepsilon$? Колебания считать малыми.

Задача 3.3

На тело, движущееся вертикально в поле силы тяжести, действует сила трения $f_d = -\mu v$. На некотором уровне находится горизонтальная поверхность, от которой тело может упруго отражаться. Найти зависимость полной энергии тела от времени, считая силу трения малой.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся при реализации образовательных программ высшего образования в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 29.12.2017 г. №630-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теоретическая механика»

а) основная литература:

- 1) Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: Учеб. пособ.: Для вузов. В 10 т. Т I. Механика. - 5-е изд., стереот. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 224 с. - ISBN 978-5-9221-0819-5
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108195.html>
- 2) Голдстейн Г. Классическая механика. 2-е изд. М.: Наука, 1975. - 415 с. (76 экз.)

- 3) *Гантмахер Ф.Р.* Лекции по аналитической механике: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Е.С. Пятницкого. - 3-е изд., - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-0067-0
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922100670.html>
- 4) *Коткин Г.Л., Сербо В.Г.* Сборник задач по классической механике. М.: Наука, 1969 г. - 240 с. (25 экз.)
- 5) *Пятницкий Е.С., Трухан Н.М., Ханукаев Ю.И., Яковенко Г.Н.* Сборник задач по аналитической механике: Учеб. пособие: Для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 400 с.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN592210182.html>

б) дополнительная литература:

- 1) *Арнольд В.И.* Математические методы классической механики. М.: Наука, 1989. - 400 с. (2 экз.)
- 2) *Ольховский И.И.* Курс теоретической механики для физиков. М.: Изд-во МГУ, 1974. - 569 с. (17 экз.)
- 3) *Айзерман М.А.* Классическая механика М.: Наука, 1980. - 367 с. (27 экз.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- 1) <http://alexandr4784.narod.ru/tf.html>
- 2) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
- 3) <http://www.teor-meh.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории.

Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика».

Авторы

А.Г. Шалашов

И.С. Абрамов

Рецензент

Программа одобрена на заседании методической комиссии факультета «Высшая школа общей и прикладной физики»

от _____ года, протокол № _____.

Председатель методической комиссии _____ А.М. Фейгин