

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Белорусского государственного университета



А.Л. Толстик

(подпись)

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 2530 /уч.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 04 01 Физика (по направлениям);

1-31 04 08 Компьютерная физика;

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий;

1-31 04 06 Ядерная физика и технологии

Учебная программа составлена на основе «Типовой учебной программы по учебной дисциплине «Теоретическая механика» для специальностей: 1-31 04 01 Физика (по направлениям); 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии; 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий; 1-31 04 08 Компьютерная физика», утвержденной 05.04.2016, № ТД-G.570/тип..

СОСТАВИТЕЛИ:

Г.Н. Борздов – профессор кафедры теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, доктор физико–математических наук, профессор;

М.Н. Полозов – доцент кафедры теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, кандидат физико–математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра теоретической механики Учреждения образования "Белорусский государственный технологический университет";

Ю.А. Курочкин – заведующий лабораторией теоретической физики Государственного научного учреждения «Институт физики имени Б.И. Степанова» Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 23.05.2016 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 31.05.2016 г.);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели изучения учебной дисциплины "Теоретическая механика" – на базе сравнительно простых физических систем сформировать у будущих физиков представления об основных идеях и методах теоретической физики, научить студентов применять эти методы к решению задач о механическом движении.

Задачи учебной дисциплины "Теоретическая механика" – внести вклад в подготовку современного специалиста, способного к пониманию и освоению сложной и быстроизменяющейся науки, развить у него творческую интуицию и необходимый кругозор.

Для студентов указанных выше специальностей учебная дисциплина "Теоретическая механика" представляет собой первый из разделов теоретической физики. В нем вводятся многие из основных понятий и методов, которые находят затем свое дальнейшее развитие в последующих разделах теоретической физики. Математической базой учебной дисциплины являются разделы математики, уже изученные студентами до начала чтения данного курса, а также изучаемые параллельно с ним.

На основе анализа законов Ньютона вводятся понятия динамической системы, ее состояния и свойств, уравнений и законов движения, принцип механического детерминизма. Методам Лагранжа, Гамильтона и Гамильтона-Якоби отводится бóльшая часть учебных часов в связи с ролью этих методов в теоретической физике и дальнейшим их развитием в квантовой теории. При изложении этих методов в начале курса появляется возможность их использования в разделах, имеющих прикладной характер, что способствует лучшему их усвоению и разнообразит математический аппарат при решении конкретных задач. Значительное внимание уделяется законам сохранения энергии, импульса и момента импульса и их связи со свойствами пространства и времени и с симметрией силовых полей. Полученные при изучении учебной дисциплины "Теоретическая механика" знания впоследствии углубляются в таких учебных дисциплинах как "Квантовая механика", "Термодинамика и статистическая физика", многих дисциплинах специализации.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- уравнения движения в разных формулировках;
- законы сохранения;
- основные уравнения для идеальной и вязкой жидкостей;

уметь:

- рассчитывать характеристики движения частиц в силовых полях;
- рассчитывать параметры колебаний механических систем в гармоническом приближении;

владеть:

- основными методами получения уравнений движения механических систем;
- общими методами решения уравнений движения.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
2. Владеть системным и сравнительным анализом.
3. Владеть исследовательскими навыками.
4. Уметь работать самостоятельно.
5. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
6. . Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
7. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

1. Обладать качествами гражданственности.
2. Быть способным к социальному взаимодействию.
3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
4. Владеть навыками здорового образа жизни.
5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
6. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
3. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
4. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной, научно-технической и научно-педагогической работы.
5. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

При преподавании дисциплины рекомендуется применять активные методы обучения, основу которых составляют технологии проблемного и контекстного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях, а также рейтинговая система оценки знаний.

Эффективность работы студента и изучения программы дисциплины в целом проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий

контроль знаний рекомендуется проводить в форме коллоквиумов и контрольных работ. Рекомендуемые формы итогового контроля знаний — зачет и экзамен.

Для специальностей 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии, 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий, 1-31 04 08 Компьютерная физика, 1-31 04 01 Физика (по направлениям) для направления специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность) программа рассчитана на 236 часов; из них аудиторных – 114 (примерное распределение по видам занятий: лекции – 56, практические занятия – 58). В **4 семестре** 82 часа, из них аудиторных 52 (лекции – 26, практические занятия – 22, УСП — 4), в конце семестра — зачет. В **5 семестре** 154 часа, из них аудиторных 62 (лекции – 30, практические занятия – 28, УСП – 4), в конце семестра — экзамен.

Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям) для направлений 1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность, 1-31 04 01-03 Физика (научно-педагогическая деятельность) и 1-31 04 01-04 Физика (управленческая деятельность) программа рассчитана на 198 часов; из них аудиторных – 122 (примерное распределение по видам занятий: лекции – 62, практические занятия – 60). В **3 семестре** 82 часа, из них аудиторных 54 (лекции – 28, практические занятия – 22, УСП — 4), в конце семестра — зачет. В **4 семестре** 154 часа, из них аудиторных 68 (лекции – 34, практические занятия – 30, УСП – 4), в конце семестра — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Основные понятия и законы классической механики. Основные понятия: система отсчета, пространство и время, масса и сила. Инерциальные системы отсчета, первый закон Ньютона и его экспериментальная проверка. Второй закон Ньютона. Состояние и свойства динамической системы. Принцип механического детерминизма. Уравнения движения как дифференциальные уравнения эволюции состояния механической системы, вид которых определяется ее свойствами.

2. Уравнения движения. Понятие о связях. Классификация связей. Число степеней свободы; обобщенные координаты, скорости и ускорения. Конфигурационное пространство. Принцип наименьшего действия. Свойства функции и уравнений Лагранжа. Принцип относительности Галилея. Функция Лагранжа свободной частицы и системы материальных точек. Обобщенный потенциал; сила Лоренца как обобщенно-потенциальная сила.

3. Законы сохранения. Интегралы движения и их связь с симметриями пространства и времени и силовых полей. Энергия. Импульс. Обобщенные импульсы и силы. Центр инерции. Момент импульса. Механическое подобие и вириальная теорема.

4. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение. Движение в центральном поле. Кеплерова задача. Задача двух тел. Движение в поле обобщенно-потенциальных сил.

5. Канонические уравнения. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Скобки и теорема Пуассона. Действие как функция координат и времени. Принцип Мопертюи. Канонические преобразования. Движение как каноническое преобразование. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема ансамбля механических систем. Уравнение Гамильтона-Якоби. Разделение переменных в уравнении Гамильтона-Якоби.

6. Столкновения частиц. Распад частиц. Упругие столкновения частиц. Рассеяние частиц как метод исследования взаимодействий. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.

7. Малые колебания. Положение устойчивого равновесия. Свободные одномерные колебания. Вынужденные одномерные колебания. Колебания систем со многими степенями свободы. Затухающие колебания. Диссипативная функция Рэлея. Вынужденные колебания при наличии трения.

8. Движение твердого тела. Кинематика твердого тела. Угловая скорость. Кинетическая энергия твердого тела и тензор инерции. Главные оси и главные моменты инерции. Момент импульса твердого тела. Свободное вращение ротатора, шарового и симметрического волчков. Уравнения движения твердого тела. Эйлеровы углы. Динамические уравнения Эйлера. Движение в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции.

9. Основные понятия механики сплошных сред. Физически бесконечно малая частица. Понятие о поле. Методы Лагранжа и Эйлера. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности. Поверхностные и объемные силы.

10. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера движения идеальной жидкости. Гидростатика. Уравнение Бернулли. Поток энергии, вектор Умова. Поток импульса. Сохранение циркуляции скорости. Потенциальное течение. Несжимаемая жидкость. Звуковые волны. Геометрическая акустика. Собственные колебания. Распространение звука в движущейся среде.

11. Вязкая жидкость. Тензор вязких напряжений. Уравнения движения вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости. Течение по трубе. Закон подобия.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Для специальностей 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии, 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий, 1-31 04 08 Компьютерная физика, 1-31 04 01 Физика (по направлениям) для направления специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Основные понятия и законы классической механики.	2					[1], [5]		
2	Уравнения движения	6	6				[1], [4], [6]	Контрольная работа	
3	Законы сохранения	6	4				[1], [4], [5]	Коллоквиум	
4	Интегрирование уравнений движения	6	6				[1], [2], [4], [6]	Контрольная работа	
5	Канонические уравнения	6	6				[1], [2], [4], [6]	Коллоквиум	
	Итого за семестр	26	22					Зачет	
6	Столкновения частиц	2	4				[1], [2], [4], [5]		
7	Малые колебания	6	8				[1], [4]	Коллоквиум	
8	Движение твердого тела	8	6				[5], [6]	Контрольная работа	
9	Основные понятия механики сплошных сред	2					[7]	Коллоквиум	
10	Идеальная жидкость	6	6				[3]	Контрольная работа	
11	Вязкая жидкость	6	4				[3]		
	Итого за семестр	30	28						
	Итого	56	50					Экзамен	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям) для направлений 1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность, 1-31 04 01-03 Физика (научно-педагогическая деятельность) и 1-31 04 01-04 Физика (управленческая деятельность)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Основные понятия и законы классической механики.	4					[1], [5]		
2	Уравнения движения	6	6			1	[1], [4], [6]	Контрольная работа	
3	Законы сохранения	6	4			1	[1], [4], [5]	Коллоквиум	
4	Интегрирование уравнений движения	6	6			1	[1], [2], [4], [6]	Контрольная работа	
5	Канонические уравнения	6	6			1	[1], [2], [4], [6]	Коллоквиум	
	Итого за семестр	28	22			4		Зачет	
6	Столкновения частиц	4	4				[1], [2], [4], [5]		
7	Малые колебания	6	8			1	[1], [4]	Коллоквиум	
8	Движение твердого тела	8	6			1	[5], [6]	Контрольная работа	
9	Основные понятия механики сплошных сред	4	2			1	[7]	Коллоквиум	
10	Идеальная жидкость	6	6			1	[3]	Контрольная работа	
11	Вязкая жидкость	6	4				[3]		
	Итого за семестр	34	30			4			
	Итого	62	52			8		Экзамен	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Ландау, Л.Д., Механика: учебн. пособие/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1988. - 208 с.
2. Коткин, Г.Л., Сборник задач по классической механике: учебн. пособие/ Г.Л. Коткин, В.Г. Сербо. – М.: Наука, 1977. - 319 с.
3. Ландау, Л.Д., Гидродинамика: учебн. пособие/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1986. - 736 с.

Перечень дополнительной литературы

4. Ольховский, И.И., Курс теоретической механики для физиков: учебн. пособие/ И.И. Ольховский. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. - 574 с.
5. Голдстейн, Г., Классическая механика: учебн. пособие/ Г. Голдстейн. М.: Наука, 1975. - 415 с.
6. Пятницкий, Е.С., Сборник задач по аналитической механике: учебн. пособие/ Е.С. Пятницкий и др. М.: Наука, 1980. - 320 с.
7. Седов, Л.И. Механика сплошной среды: учебн. пособие в 2 т./ Л.И. Седов. М.: Наука, 1983. Т. 1-2.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Коллоквиумы
2. Контрольные работы

Мероприятия для контроля управляемой самостоятельной работой

Для контроля УСР используются коллоквиумы и контрольные работы, которые проводятся в письменной форме. Каждая из письменных работ включает в себя несколько задач.

Рекомендуемые темы контрольных работ

1. Уравнения движения. Законы сохранения.
2. Канонические уравнения.
3. Канонические уравнения.
4. Малые колебания. Движение твердого тела.

Рекомендуемые темы коллоквиумов

1. Уравнения движения. Законы сохранения.
2. Интегрирование уравнений движения. Канонические уравнения.
3. Столкновения частиц. Малые колебания.
4. Движение твердого тела. Идеальная жидкость.

Примерный перечень практических занятий

1. Уравнения движения.
2. Законы сохранения.
3. Интегрирование уравнений движения.
4. Канонические уравнения.
5. Столкновения частиц.
6. Малые колебания.
7. Движение твердого тела.
8. Идеальная жидкость.
9. Вязкая жидкость.

Рекомендуемые темы для самостоятельной работы

1. Механическое подобие.
2. Распад частиц.
3. Формула Резерфорда.
4. Эйлеровы углы.
5. Принцип Мопертюи.
6. Теорема Лиувилля.
7. Распространение звука в движущейся среде.
8. Закон подобия.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по курсу электродинамики является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы для практических занятий;
- тематика рефератов и докладов на семинарских занятиях;
- график консультаций преподавателя;
- задания для проведения зачета по практическим занятиям;
- вопросы к экзамену;
- сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности:
 - коллоквиумов по изучаемому материалу;
 - контрольных работ на практических занятиях;
 - промежуточных тематических тестов;

- для дополнительного развития творческих способностей одаренных студентов организуются:
 - студенческие научно-практические конференций, конкурсы;
 - студенческие олимпиады.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать устные дискуссии, коллоквиумы и контрольные работы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Контрольные работы и коллоквиумы проводятся в письменной форме, по 2 в семестр. Каждая из письменных работ включает в себя несколько задач. Количество баллов за каждую решенную задачу выставляется в зависимости от правильности, полноты и оригинальности ее решения. (максимальная сумма баллов за все задачи в контрольной (коллоквиуме) равна 10). Нерешенная или решенная полностью неправильно задача оценивается в 0 баллов. Оценка за контрольную (коллоквиум) рассчитывается как сумма баллов, полученных за каждую задачу.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за каждый из письменных видов работ. При оценке текущей успеваемости 4 балла и более студенты допускаются к экзамену. При оценке ниже 4 баллов решением кафедры студенты не допускаются к экзамену, и им назначается срок выполнения контрольных работ и/или коллоквиумов.

Итоговая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена. Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Весовой коэффициент для оценки текущей успеваемости — 0,3; для экзаменационной оценки — 0,7.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Квантовая механика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №10 от 23.05.2016)
Термодинамика и статистическая физика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №10 от 23.05.2016)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2017/2018 учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической физики и астрофизики

(протокол № ____ от _____ 2017 г.)

Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н., профессор

_____ И.Д. Феранчук

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик