

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук



Рабочая программа дисциплины

Физика

по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки:
Математическое моделирование и информационные системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

Код дисциплины в учебном плане: Б.1.О.02.13

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Лившиц К.И. Лившиц

Председатель УМК

Сущенко С.П. Сущенко

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – способность применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам.

ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин.

ИОПК-1.3. Демонстрирует навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.

ИОПК-1.4. Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности

2. Задачи освоения дисциплины

– Привить навыки работы с учебной литературой по физике, обучить студентов основным физическим теориям и законам, умению пользоваться физическими законами при решении практических задач.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль «Математика».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 5 – зачет. Семестр 6 – зачет. Семестр 7 – экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 часа, из которых:

– лекции: 96 ч.;

– практические занятия: 96 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

5 семестр

Тема 1. Предмет и методология физики. Мировоззренческое значение физики.

Вклад физики в методы и средства обработки и передачи информации.

Тема 2. Кинематика материальной точки и поступательного движения твердого тела.

Тема 3. Динамика материальной точки и произвольной механической системы.

Тема 4. Работа и механическая энергия.

Тема 5. Кинематика вращательного движения.

Тема 6. Динамика вращательного движения.

Тема 7. Законы сохранения в механике.

Тема 8. Свободные незатухающие гармонические колебания.

Тема 9. Свободные затухающие гармонические колебания.

Тема 10. Вынужденные колебания.

Тема 11. Упругие волны. Общая характеристика упругих волн.

Тема 12. Интерференция волн. Стоячие волны.

Тема 13. Эффект Доплера.

Тема 14. Основные понятия термодинамики.

Тема 15. Идеальный газ. Первый закон термодинамики. Простейшие термодинамические процессы.

Тема 16. Второй и третий законы термодинамики. Энтропия.

6 семестр

Тема 1. Электростатическое поле в вакууме.

Тема 2. Теорема Остроградского-Гаусса.

Тема 3. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость.

Тема 4. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия электростатического поля.

Тема 5. Постоянный электрический ток и его основные законы.

Тема 6. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца.

Тема 7. Действие магнитного поля на проводники с током. Закон Ампера.

Тема 8. Магнитное поле постоянного электрического тока в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное взаимодействие токов.

Тема 9. Магнитное поле в веществе. Магнитная проницаемость. Диа-, пара- и ферромагнетики.

Тема 10. Электромагнитная индукция. Индуктивность.

Тема 11. Уравнения электромагнитного поля. Материальные уравнения.

Тема 12. Электромагнитные волны в безграничной однородной среде.

Тема 13. Опыт Майкельсона. Постулаты Эйнштейна и преобразования Лоренца. Относительность пространственных и временных промежутков.

Тема 14. Понятие о релятивистской динамике.

7 семестр

Тема 1. Основные законы геометрической оптики.

Тема 2. Когерентность света. Интерференция света. Бизеркало Френеля.

Тема 3. Дифракция света.

Тема 4. Распространение света в веществе. Рассеяние и поглощение света.

Тема 5. Поляризация света.

Тема 6. Тепловое излучение.

Тема 7. Фотоэлектрический эффект.

Тема. 8. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновая двойственность свойств света.

Тема 9. Основные постулаты квантовой механики.

Тема 10. Временное и стационарное уравнения Шредингера.

Тема 11. Электрон в потенциальном ящике. Туннельный эффект.

Тема 12. Квантовая механика атома водорода.

Тема 13. Строение многоэлектронных атомов.

Тема 14. Строение ядра атома. Ядерные силы.

Тема 15. Элементарные частицы.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в пятом семестре проводится в форме собеседования. Для получения зачёта необходимо выполнить две контрольные работы, посвящённые решению задач, а также правильно ответить на не менее, чем на 2/3 от заданных теоретических вопросов.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Что изучает физика и в чём состоит мировоззренческое значение физики?
2. Движение материальной точки в пространстве. Скорость и ускорение.
3. Динамика материальной точки и произвольной механической системы. Законы Ньютона.
4. Взаимосвязь работы и механической энергии. Чем потенциальная энергия отличается от кинетической энергии
5. Кинематика вращательного движения.
6. Динамика вращательного движения. Момент силы, момент импульса и момент ?
7. Основное уравнение вращательного движения.
8. Какие законы сохранения рассматриваются в механике? Их характеристика.
9. Свободные незатухающие гармонические колебания.
10. Свободные затухающие гармонические колебания.
11. Вынужденные колебания.
12. Что такое «резонанс».
13. Общая характеристика упругих волн.
14. Интерференция волн. Стоячие волны.
15. Эффект Доплера.
16. Что такое «идеальный газ»? Уравнение состояния идеального газа.

17. Первый закон термодинамики. Простейшие термодинамические процессы.
16. Второй и третий законы термодинамики. Энтропия.

Примеры задач:

1. Тема «Кинематика материальной точки».

Типовая задача. Ракета взлетает с поверхности Земли под углом $\theta = 30^\circ$ к горизонту со скоростью $v = 200\text{ м/с}$. Какова дальность полета ракеты? Сопротивлением воздуха пренебречь.

2. Тема «Основные законы динамики».

Типовая задача. Санки спускаются с горы высотой $h = 20\text{ м}$, имеющей уклон $\theta = 45^\circ$, и проходят по горизонтальной поверхности путь S , равный 60 м . Каков динамический коэффициент трения?

3. Тема «Работа и механическая энергия».

Типовая задача. Свободно падающий с некоторой высоты копер весом $P = 5000\text{ Н}$ забивает сваю. Скорость копра перед ударом $v = 12\text{ м/с}$. Сила сопротивления грунта F постоянна и равна $2.0 \cdot 10^6\text{ Н}$. Сколько ударов должен совершить копер, чтобы высота выступающей над поверхностью земли сваи уменьшилась на 50 см ?

4. Тема «Кинематика и динамика вращательного движения».

Типовая задача. Покоящееся ранее тело начинает вращаться вокруг своей оси с угловым ускорением $\varepsilon = 3.14\text{ рад/с}^2$. Найти угловую скорость ω и угол поворота φ через 20 с с момента начала вращения.

5. Тема «Законы сохранения в механике».

Типовая задача. Человек стоит на неподвижной скамье Жуковского и держит в руках ось диска, масса которого $m = 2\text{ кг}$ и радиус $R = 1\text{ м}$. Вначале колесо не вращается, а затем человек раскручивает его до угловой скорости $\omega_1 = 6\text{ об/с}$. При этом он сам вместе со скамьей приходит во вращение в обратном направлении с угловой скоростью $\omega_2 = 1\text{ об/с}$. Найти момент инерции скамьи с человеком.

6. Тема «Свободные незатухающие гармонические колебания».

Типовая задача. Написать уравнение гармонического колебательного движения, если максимальное ускорение точки $a_{\text{max}} = 49.3\text{ см/с}^2$, период колебаний $T = 2\text{ с}$ и смещение точки от положения равновесия в начальный момент времени $x_0 = 25\text{ мм}$.

7. Тема «Свободные затухающие гармонические колебания».

Типовая задача. Период затухающих колебаний $T = 4\text{ с}$, логарифмический декремент затухания $\delta = 1.6$, начальная фаза $\varphi = 0$. При $t = T/4$ смещение точки $x = 4.5\text{ см}$. Написать уравнение движения этого колебания.

8. Тема «Вынужденные колебания. Резонанс».

Типовая задача. Период затухающих колебаний $T = 4\text{ с}$, логарифмический декремент затухания $\delta = 1.6$, начальная фаза $\varphi = 0$. При $t = T/4$ смещение точки $x = 4.5\text{ см}$.

Написать уравнение движения этого колебания и резонансную частоту колебательной системы.

9. Тема «Интерференция волн. Стоячие волны».

Типовая задача. Написать уравнение движения, получающегося в результате сложения двух одинаково направленных гармонических колебательных движений с одинаковым периодом $T = 8\text{с}$ и одинаковой амплитудой $A = 0.02\text{м}$. Разность фаз между этими колебаниями $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi/4$.

10. Тема «Эффект Доплера».

Типовая задача. Поезд удаляется от неподвижного наблюдателя под углом $\theta_1 = 45^\circ$ к линии, соединяющей точку нахождения поезда и точку расположения наблюдателя. Скорость поезда равна $V_1 = 54\text{ км/ч}$. Поезд дает свисток с частотой $\nu = 550\text{ Гц}$. Найти частоту ν^1 колебаний звука, который слышит наблюдатель. Скорость распространения звука в воздухе $V = 330\text{ м/с}$.

11. Тема «Идеальный газ».

Типовая задача. 10г углекислого газа CO_2 занимают объем $V_1 = 6\text{ л}$ и находятся при давлении $p = 0.4 \cdot 10^6\text{ Па}$ и температуре $t = 20^\circ\text{C}$. После нагревания при $p = \text{const}$ газ занял объем $V_2 = 12\text{ л}$. Найти количество теплоты Q , полученное газом. $C_p = 29.1\text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$.

12. Тема «Первый закон термодинамики. Простейшие термодинамические процессы».

Типовая задача. При изотермическом расширении 5г углекислого газа CO_2 , находящегося при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$, была затрачена теплота $Q = 700\text{ Дж}$. Во

Зачет в шестом семестре также проводится в форме собеседования. Для получения зачёта необходимо выполнить две контрольные работы, посвящённые решению задач, а также правильно ответить на не менее, чем на 2/3 от заданных теоретических вопросов

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Основные характеристики электростатического поля. Напряжённость поля и потенциал.
2. Теорема Остроградского-Гаусса.
3. Свойства проводников в электростатическом поле.
4. Свойства диэлектриков в электростатическом поле.
5. Что такое «диэлектрическая проницаемость»?
6. Электрическая емкость. Конденсаторы. Плоский конденсатор.
7. Энергия электростатического поля.
8. Постоянный электрический ток и его основные законы.
9. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца.
10. Действие магнитного поля на проводники с током. Закон Ампера.
11. Магнитное поле постоянного электрического тока в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа.
12. Магнитное взаимодействие токов.

13. Магнитное поле в веществе. Что такое «относительная магнитная проницаемость»?
14. Диа-, пара- и ферромагнетики.
15. Электромагнитная индукция. Основной закон электромагнитной индукции.
16. Что такое «индуктивность»?
17. Уравнения электромагнитного поля.
18. Материальные уравнения.
19. Свойства электромагнитных волн в безграничной однородной среде.
20. Опыт Майкельсона. Постулаты Эйнштейна и преобразования Лоренца.
21. Относительность пространственных и временных промежутков.
22. Чем релятивистская динамика отличается от классической?

Примеры задач:

1. Тема «Электростатическое поле в вакууме».

Типовая задача. Заряженный шарик, подвешенный к одноименно заряженной плоскости, отталкивается от нее, при этом нить, на которой он висит, образует с плоскостью угол α . Найти поверхностную плотность заряда σ на плоскости, если масса шарика $m = 0.4 \cdot 10^{-4}$ кг и его заряд $q = 667 \cdot 10^{-12}$ Кл, а сила натяжения нити $T = 0.49 \cdot 10^{-3}$ Н. Напряженность поля равномерно заряженной плоскости $E = \sigma / 2\epsilon_0$.

2. Тема «Теорема Остроградского-Гаусса».

Типовая задача. Используя теорему Остроградского – Гаусса, получить выражение для напряженности электростатического поля заряженной бесконечно длинной нити как функцию расстояния r от нити. Считать заданной линейную плотность заряда на нити τ .

3. Тема «Проводники и диэлектрики в электростатическом поле».

Типовая задача. Равномерно заряженный бесконечно длинный круговой цилиндр радиуса R с поверхностной плотностью зарядов $+\sigma$ окружен соосными слоями двух разных диэлектрических сред. Наружный радиус первой среды с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ_1 равен R_1 , а второй среды с проницаемостью ϵ_2 равен R_2 . За пределами слоя второй среды ($r > R_2$) – воздух ($\epsilon = 1$). Найти электрическую индукцию и напряженность поля в каждом из диэлектрических слоев и в вакууме.

4. Тема «Электрическая емкость. Конденсаторы».

Типовая задача. Электрон движется в плоском горизонтально расположенном конденсаторе параллельно его пластинам со скоростью $V_0 = 3.6 \cdot 10^7$ м/с. Напряженность поля внутри конденсатора $E = 3.7 \cdot 10^3$ В/м. Длина пластин конденсатора $l = 20$ см. На какое расстояние S_x сместится электрон в вертикальном направлении под действием электрического поля за время его движения в конденсаторе? $m_{эл} = 9.1 \cdot 10^{-31}$ кг, $q_{эл} = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

5. Тема «Основные законы постоянного электрического тока».

Типовая задача. В цепь, состоящую из источника ЭДС и двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R сопротивлением 100 Ом, включают вольтметр, сопротивление которого $R_v = 700$ Ом, один раз последовательно, другой раз

параллельно. Определить внутреннее сопротивление источника ЭДС, если в обоих случаях показания вольтметра одинаковы.

6. Тема «Действие магнитного поля на движущиеся заряды».

Типовая задача. Электрон движется в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0.2 \cdot 10^{-3}$ Тл по винтовой линии. Определить скорость V электрона, если радиус винтовой линии $R = 3$ см, а шаг $h = 9$ см.

7. Тема «Действие магнитного поля на проводники с током».

Типовая задача. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0.3$ Тл находится прямой проводник длиной $l = 20$ см, по которому течет ток $I = 10$ А. Угол α между направлением тока и вектором магнитной индукции равен 60° . Определить силу F , действующую на проводник.

8. Тема «Магнитное поле постоянного электрического тока в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное взаимодействие токов».

Типовая задача. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам, находящимся на расстоянии $R = 10$ см друг от друга в вакууме, текут токи $I_1 = 20$ А и $I_2 = 30$ А одинакового направления. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого токами в точках, лежащих на прямой, ортогональной проводам, если: 1) точка A_1 лежит на расстоянии $r_1 = 2$ см левее левого провода; 2) точка A_2 лежит на расстоянии $r_2 = 3$ см правее правого провода; 3) точка A_3 лежит на расстоянии $r_3 = 4$ см правее левого провода.

Экзамен в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет содержит два вопроса. К сдаче экзамена допускаются только те студенты, которые предварительно на положительную оценку написали две контрольные работы. После ответов на вопросы билета экзаменуемому задаётся 2-3 дополнительных вопроса.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Законы отражения и преломления.
2. Полное внутреннее отражение.
3. Пространственная и временная когерентность светового поля.
4. В чём заключается явление интерференции?
5. Интерферометры.
6. В чём заключается явление дифракции. Зоны Френеля.
7. Дифракция Френеля на малом отверстии в экране.
8. Дифракция Френеля на небольшом круглом диске.
9. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта.
10. Чем рассеяние света отличается от поглощения света?
11. Дисперсия света.
12. Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела сред.
13. В чём заключается явление двойного лучепреломления света?
14. Призма Николя.
15. Закон Малюса.
16. Явление фотоупругости.
17. Эффект Коттона-Мутона.
18. Абсолютно черное тело.
19. Закон Кирхгофа.
20. Законы теплового излучения черного тела.

21. Квантовая гипотеза Планка.
22. Фотоэффект. Основные законы фотоэффекта.
23. Фотоны и их свойства.
24. Эффект Комптона.
25. Гипотеза де Бройля. Волновая функция.
26. Временное и стационарное уравнения Шредингера.
27. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
28. Туннельный эффект.
29. Квантовые числа, характеризующие состояние электрона.
30. Принцип Паули.
31. Строение многоэлектронных атомов.
32. Строение атомных ядер. Ядерные силы.
33. Элементарные частицы и их характеристики.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки при проведении экзамена формируются в соответствии с нижеприведенной таблицей.

Неудовлетворит.	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Не ответил ни на один из основных вопросов.	Ответил на один из основных вопросов и на два из трех дополнительных вопросов.	Ответил на оба вопроса, содержащихся в экзаменационном билете, и на дополнительные вопросы, но с замечаниями.	Уверенно и правильно ответил на все основные и дополнительные вопросы.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов включает выполнение контрольных заданий, подготовку к практическим занятиям, а также подготовку к контрольным работам, зачетам и экзаменам.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

Список основной и дополнительной литературы содержится в нижеприведенной таблице.

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания
Основная литература				
1.	Трофимова Т.И.	Физика: учебник, 315 с.	М.: Академия	2016
2.	Никеров В.А.	Физика. Современный курс:	М.: Дашков и К	2015

		учебник, 451 с.		
3.	Ливенцев Н.М.	Курс физики : учебник, 666 с.	СПб. : Лань	2012
Дополнительная литература				
4.	Кузнецов С. И.	Физика: механика, механические колебания и волны, молекулярная физика, термодинамика: учебное пособие, 246 с.	М. : Вузовский учебник	2014
5.	Власов А. А.	Макроскопическая электродинамика: учебное пособие, 228 с.	М.: ЛИБРОКОМ	2010
6.	Трофимова Т.И.	Физика: справочник с примерами решения задач: учебное пособие, 447 с.	М.: Высшее образование	2010
7.	Рогачев Н.М.	Курс физики: учебное пособие, 403 с.	СПб.: Лань	2010
8.	Кудин Л.С., Бурдуковская Г.Г.	Курс общей физики в вопросах и задачах : учебное пособие, 319 с.	СПб. : Лань	2013
9.	Гладков Л.Л., Зеневич А.О., Лагутина Ж.П., Мацуганова Т.В.	Физика: практикум по решению задач: учебное пособие, 282 с.	СПб. : Лань	2014

Ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы;
- ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:
- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
 - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
 - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
 - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Дмитренко Анатолий Григорьевич, д.ф.-м.н, профессор, профессор кафедры прикладной математики НИ ТГУ.