

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

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. декана

А. С. Князев
« 08 » апреля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Физика

по направлению подготовки

04.03.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки:

Химия

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2021

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.08

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.В. Шелковников

Председатель УМК

 В.В. Хасанов

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.

ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности.

ИОПК 3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.

ИОПК 4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности.

ИОПК 4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.

ИОПК 4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить фундаментальные понятия и представления об основных подходах к описанию реальных физических процессов и явлений.

– Научиться применять основные законы физики для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Второй семестр, экзамен

Третий семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 з.е., 432 часов, из которых:

-лекции: 96 ч.

-лабораторные: 64 ч.

-практические занятия: 64 ч.

в том числе практическая подготовка: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Раздел «Механика»

Тема 1. Кинематика.

Системы отсчёта. Материальная точка. Способы описания движения материальной точки. Скорость. Ускорение. Кинематика вращательного движения. Кинематика твёрдого тела. Степени свободы и обобщённые координаты.

Тема 2. Динамика материальной точки.

Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Масса тела. Сила. Второй закон Ньютона. Роль начальных условий. Движение тел с переменной массой. Третий закон Ньютона. Полевое взаимодействие. Закон сохранения импульса. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.

Тема 3. Работа и энергия.

Работа и кинетическая энергия. Теорема Кёнига. Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия частицы в поле. Полная механическая энергия частицы. Потенциальная энергия системы материальных точек. Закон сохранения механической энергии для системы материальных точек. Силы и потенциальная энергия. Условия равновесия механической системы.

Тема 4. Механика твёрдого тела.

Момент силы и момент импульса относительно неподвижного начала. Момент импульса и момент сил относительно неподвижной оси. Закон сохранения момента импульса. Уравнение момента импульса для вращения вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Гюйгенса. Кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.

Тема 5. Колебательное движение и волны.

Малые колебания. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение колебаний. Уравнения плоской и сферической упругих волн. Волновое уравнение. Энергия, переносимая упругой волной. Эффекты сложения волн.

Тема 6. Релятивистская механика.

Основные постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Релятивистские выражения для импульса и энергии. Система релятивистских частиц.

Тема 7. Механика жидкостей и упругих тел.

Кинематическое описание движения жидкости. Стационарное движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Примеры на применение уравнения Бернулли. Формула Торичелли. Стационарное движение жидкости по прямолинейной трубе. Формула Пуазейля. Элементы механики сплошной среды. Виды деформаций твёрдого тела. Закон Гука. Энергия упругих напряжений.

Раздел «Статистическая физика. Термодинамика»

Тема 8. Методы рассмотрения систем, состоящих из большого числа частиц.

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Модель идеального газа. Тепловое движение. Статистический и термодинамический методы описания молекулярных систем. Равновесное состояние. Макроскопические параметры.

Тема 9. Статистический метод.

Элементарные сведения из теории вероятностей. Распределение скоростей молекул газа. Постановка задачи. Распределение Максвелла. Уравнение состояния идеального газа. Распределение Больцмана. Работы Перрена по определению числа Авогадро.

Тема 10. Первое начало термодинамики.

Внутренняя энергия. Распределение энергии по степеням свободы. Количество тепла, работа. Первое начало термодинамики. Работа, совершаемая системой при изменении

объема. Теплоемкость. Процессы в идеальных газах. Политропный процесс. Циклические процессы. Коэффициент полезного действия цикла. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно.

Тема 11. Второе начало термодинамики.

Энтропия. Энтропия идеального газа. Статистический смысл энтропии. Второе начало термодинамики. Теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Термодинамическая шкала температур. Термодинамические потенциалы. Общие критерии термодинамической устойчивости. Принцип Ле-Шателье-Брауна.

Тема 12. Неидеальный газ.

Молекулярные силы и отступления от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Метастабильные состояния. Принцип Нернста.

Тема 13. Фазовые переходы.

Фазы и фазовые превращения. Условие равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройные точки. Диаграммы состояний. Фазовые превращения второго рода. Многокомпонентные системы. Правило фаз. Диаграммы состояний.

Тема 14. Жидкое состояние.

Строение жидкости. Поверхностное натяжение. Условия равновесия на границе двух жидкостей и жидкость – твердое тело. Поверхностно – активные вещества. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Термодинамика поверхностного натяжения.

Тема 15. Явления переноса.

Виды процессов переноса. Поперечное сечение и средняя длина свободного пробега. Общее уравнение переноса. Теплопроводность. Вязкость. Самодиффузия.

Раздел «Электричество и магнетизм»

Тема 16. Электрическое поле в вакууме.

Свойства электрических зарядов. Закон Кулона. Системы единиц. Электрическое поле. Напряженность поля. Принцип суперпозиции полей. Теорема Гаусса для электрических полей. Потенциал электрического поля. Связь между напряжённостью и потенциалом. Уравнение Пуассона.

Тема 17. Электрическое поле в диэлектриках.

Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектриков, типы диэлектриков. Поле внутри диэлектриков. Вектор поляризации. Поверхностная и объёмная плотности связанных зарядов. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков. Условия на границе раздела двух диэлектриков.

Тема 18. Проводники в электрическом поле.

Условия равновесия зарядов на проводнике. Проводники во внешнем электрическом поле. Ёмкость проводников. Конденсаторы.

Тема 19. Энергия электрического поля.

Электрическая энергия системы зарядов. Энергия заряженных проводника и конденсатора. Энергия электрического поля.

Тема 20. Постоянный электрический ток.

Постоянный электрический ток. Плотность тока, сила тока. Закон сохранения электрического заряда. Электродвижущая сила. Закон Ома для однородного участка цепи. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Джоуля - Ленца.

Тема 21. Магнитное поле в вакууме.

Индукция магнитного поля. Магнитная сила. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био-Савара. Преобразование полей. Виток с током в магнитном поле. Теорема Гаусса для магнитных полей. Теорема о циркуляции магнитного поля в вакууме.

Тема 22. Магнитное поле в веществе.

Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Виды магнетиков. Условия на границе двух магнетиков.

Тема 23. Электромагнитная индукция.

Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Универсальный закон электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Энергия магнитного поля.

Тема 24. Уравнения Максвелла.

Токи смещения. Уравнения Максвелла.

Раздел «Оптика»

Тема 25. Электромагнитные волны.

Уравнение электрических колебаний. Электромагнитное излучение. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Плоские электромагнитные волны. Энергия и импульс электромагнитного поля. Испускание электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Отражение и преломление плоской волны на границе двух диэлектриков.

Тема 26. Интерференция света.

Общие сведения об интерференции. Интерференция двух монохроматических волн. Проблема когерентности. Интерференционные устройства. Интерференция света в тонких пленках и клине. Кольца Ньютона. Многолучевая интерференция.

Тема 27. Дифракция света.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракционная решетка. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Дифракция рентгеновских лучей. Физические основы голографии.

Тема 28. Поляризация света.

Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные устройства. Интерференция поляризованных лучей. Искусственное двойное лучепреломление.

Тема 29. Дисперсия и поглощение света.

Классическая теория дисперсии света. Групповая скорость. Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

Тема 30. Квантовая оптика.

Понятие равновесного излучения. Закон Кирхгофа. Модель абсолютно черного тела. Равновесная плотность энергии излучения. Закон Стефана - Больцмана и закон смещения Вина. Формулы Релея - Джинса и Вина. Формула Планка. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Лазеры. Фотоэффект. Эффект Комптона.

Раздел «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Тема 31. Атомное ядро.

Состав и характеристика атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Модели атомного ядра. Ядерные силы. Радиоактивность. Альфа - распад. Бета - распад. Деление ядер. Синтез ядер. Токамак.

Тема 32. Элементарные частицы.

Виды взаимодействий и классы элементарных частиц. Космические лучи. Антивещество. Кварки.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости и контроля самостоятельной работы студентов.

Основными формами и этапами оценки текущей успеваемости и контроля самостоятельной работы студентов по изучению дисциплины являются:

- выполнение практических заданий;
- выполнение лабораторных работ;
- тестирование.

Текущий контроль фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Успешное освоение дисциплины предполагает выполнение студентами требований:

- по формам и срокам контроля;
- по критериям оценки текущей работы студента;
- по критериям оценок промежуточной аттестации.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Структура промежуточной аттестации соответствует компетентностной структуре дисциплины.

Первая часть представляет собой выполнение лабораторных работ по различным разделам физики в течение семестра, проверяющих сформированность компетенций ОПК-3 и ОПК-4 в соответствии с индикаторами усвоения компетенций ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-4.1, ИОПК-4.2, ИОПК-4.3.

Набор лабораторных работ индивидуален для каждого студента, осуществляется выбором из списка лабораторных работ.

Раздел «Механика»

1. Определение модуля Юнга из растяжения
2. Определение модуля Юнга из изгиба
3. Определение модуля сдвига из кручения
4. Определение ускорения силы тяжести с помощью оборотного маятника
5. Определение ускорения силы тяжести из закона свободного падения
6. Измерение ускорения свободного падения на машине Атвуда
7. Изучение законов сохранения на примере центрального удара шаров
8. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости по методу Стокса
9. Определение момента инерции тела с помощью колебаний
10. Определение момента инерции тела методом трифилярного подвеса
11. Проверка основного закона динамики из вращательного движения на крестообразном маятнике Обербека
12. Маятник Максвелла
13. Изучение параметрического возбуждения колебаний
14. Изучение колебаний маятника с движущейся точкой подвеса
15. Градуирование звукового генератора при помощи фигур Лиссажу

Раздел «Статистическая физика. Термодинамика»

1. Определение отношения удельных теплоемкостей воздуха C_p/C_v методом Клемана-Дезорма
2. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости из протекания через капилляры
3. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом
4. Определение коэффициента внутреннего трения в глазах (капиллярный вискозиметр)
5. Определение коэффициента теплопроводности металлов
6. Определение теплоемкости твердых тел

7. Определение теплоты парообразования воды
8. Экспериментальное определение функции распределения случайных величин
9. Изучение закона Максвелла распределения молекул по скоростям

Раздел «Электричество и магнетизм»

1. Изучение электростатического поля
2. Изучение диэлектрической проницаемости анизотропного диэлектрика
3. Измерение ЭДС методом компенсации
4. Определение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников
5. Определение работы выхода электронов из металлов
6. Изучение контактных явлений в металлах. Градуирование термопары.
7. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона
8. Определение точки Кюри для ферромагнетиков
9. Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов
10. Изучение процессов заряда и разряда конденсатора
11. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре

Раздел «Оптика»

1. Определение длины световой волны при помощи бипризмы Френеля
2. Изучение микроинтерферометра МИИ-4 и определение с его помощью глубины дефекта поверхности
3. Изучение интерферометра ЛИР-2 и определение с его помощью показателя преломления раствора
4. Наблюдение интерференционных полос равного наклона и определение порядка интерференции
5. Измерение длины когерентного света с помощью интерферометра МИИ-4
6. Изучение явлений дифракции в свете излучения лазера
7. Наблюдение дифракции Фраунгофера на дифракционной решетке в свете излучения ртутной лампы
8. Дифракция Фраунгофера на линейных щелях
9. Получение и исследование плоскополяризованного света
10. Двойное лучепреломление сантиметровых электромагнитных волн
11. Определение концентрации сахарного раствора полутеневым сахариметром
12. Изучение кристаллооптических явлений при помощи поляризационного микроскопа МП-6
13. Определение показателя преломления призмы с помощью гониометра и изучение дисперсии
14. Определение показателя преломления и средней дисперсии жидких тел рефрактометром ИРФ-22
15. Использование законов поглощения для определения концентрации растворов

Раздел «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

1. Изучение теплового излучения
2. Зависимость фототока от длины волны
3. Зависимость фототока от интенсивности света
4. Статистические закономерности радиоактивного распада
5. Изучение γ -излучения
6. Определение периода полураспада по величине α -пробега

7. Определение активности абсолютным методом
8. Изучение основных закономерностей космических лучей
9. Опыт Франка-Герца
10. Дифракция электронов
11. Определение постоянной Ридберга

На лабораторных занятиях в физических лабораториях осуществляется интеграция теоретико-методологических знаний и практических умений студентов в условиях той или иной степени близости к реальной профессиональной деятельности. Студенты получают навыки экспериментальной работы, учатся обращаться с приборами, пользоваться измерительными приборами, самостоятельно делать выводы из полученных опытных данных, обрабатывать полученные результаты.

Для более глубокого понимания важнейших физических закономерностей может быть использован виртуальный лабораторный практикум, позволяющий изучить физические закономерности, которые не могут быть реализованы с помощью лабораторных установок в рамках студенческого лабораторного практикума.

Вторая часть состоит из решения в течение семестра физических задач по различным разделам физики, проверяющих сформированность компетенций ОПК-3 и ОПК-4 в соответствии с индикаторами усвоения компетенций ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-4.1, ИОПК-4.2, ИОПК-4.3.

Практические занятия проводятся с целью закрепления полученных знаний. Обучение в этом случае приобретает деятельностный характер, акцент делается на развитие самостоятельности студентов и личной ответственности за принятие решений. Практические занятия представляют собой наиболее активную и свободную форму дискуссии, позволяющую включить в нее как можно большее количество студентов. В процедуру оценивания включается рефлексия, направленная на критическое исследование методов и приемов решения физических задач, процедуры обоснования используемых при этом физических законов и теорий. Роль преподавателя при этом заключается в поддержке профессионального характера дискуссии, в том числе через точное применение профессионального тезауруса.

Тематика рекомендуемых практических занятий

Раздел «Механика»

1. Кинематика материальной точки
2. Динамика материальной точки
3. Закон сохранения импульса
4. Работа и энергия
5. Закон сохранения механической энергии
6. Уравнение моментов
7. Закон сохранения момента импульса
8. Колебательное движение
9. Упругие волны
10. Специальная теория относительности

Раздел «Статистическая физика. Термодинамика»

1. Уравнение состояния идеального газа. Процессы в газах
2. Распределение Максвелла
3. Распределение Больцмана

4. Первое начало термодинамики
5. Второе начало термодинамики
6. Фазовые превращения. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса
7. Уравнения переноса

Раздел «Электричество и магнетизм»

1. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции
2. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме
3. Проводники и диэлектрики. Теорема Гаусса для диэлектриков
4. Законы постоянного тока
5. Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитные силы.
6. Теорема о циркуляции для магнитных полей
7. Магнитное поле в веществе
8. Уравнения Максвелла

Раздел «Оптика»

1. Электромагнитные волны. Перенос энергии электромагнитной волной
2. Интерференция электромагнитных волн
3. Дифракция электромагнитных волн.
4. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах
5. Дисперсия электромагнитных волн
6. Тепловое излучение

Третья часть - экзамены во втором и третьем семестрах проводятся в устной форме по билетам. Экзаменационный билет предполагает ответ студента на два теоретических вопроса, проверяющих сформированность компетенций ОПК-3, ОПК-4 в соответствии с индикаторами усвоения компетенций ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-4.1, ИОПК-4.2, ИОПК-4.3. Вопросы билетов соответствуют тематическому плану дисциплины «Физика».

Критерии формирования оценки при промежуточном контроле

Оценка	Результат, продемонстрированный студентом на экзамене
отлично	Выполнены все лабораторные работы, сданы все задачи, дан правильный ответ на все вопросы на экзамене.
хорошо	Выполнены все лабораторные работы, сданы все задачи, дан ответ на все вопросы на экзамене с несущественными ошибками.
удовлетворительно	Выполнены все лабораторные работы, сданы все задачи, частично ответил(а) на вопросы на экзамене
Неудовлетворительно	Выполнены все лабораторные работы, сданы все задачи, не ответил на вопросы экзаменационного билета.

11. Учебно-методическое обеспечение

Для оптимальной организации учебного процесса используются как традиционные технологии так и технологии электронного обучения, способствующие не только эффективной коммуникации между преподавателем и студентами, но и улучшению качества подачи материала.

Основой реализации электронного обучения является система LMS Moodle, в которой размещены электронные учебные комплексы по всем разделам физики, включающие файлы с теоретическим материалом, видео- и аудиофайлы, гиперссылки на Интернет-ресурсы, учебно-методические материалы:

1. Общая физика. Механика <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=5176>
2. Общая физика. Молекулярная теория <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=3253>
3. Общая физика. Электричество и магнетизм <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=1805>
4. Общая физика. Оптика <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=1901>
5. Общая физика. Квантовая теория <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2421>

Для подготовки к лабораторным работам студенты могут использовать методические разработки преподавателей кафедры общей и экспериментальной физики, которые включают в себя теоретические материалы по теме работы, методику проведения эксперимента и обработки результатов, контрольные вопросы, список литературы, размещенные в системе LMS Moodle.

Самостоятельная работа предполагает изучение вопросов программы дисциплины по рекомендуемой учебной литературе и интернет ресурсам, а также по материалам электронных учебных комплексов, выполнение заданий по практическим занятиям и оформление отчетов по лабораторному практикуму.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература

1. Курс физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика. Учебное пособие И. В. Савельев Издательство: «Лань» 2016.
2. Курс общей физики. В 4 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика И. В. Савельев Издательство: «КноРус» 2012.
3. Курс общей физики. В 4 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц И. В. Савельев, Издательство: «КноРус» 2012.
4. Сивухин Д. В., Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 1. Механика, Издательство: Физматлит, 2014. – 560 с.
5. Сивухин Д. В., Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика, Издательство: Физматлит, 2014. – 544 с.
6. Сивухин Д. В., Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 3. Электричество, Издательство: Физматлит, 2015. – 656 с.
7. Сивухин Д. В., Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 4. Оптика, Издательство: Физматлит, 2013. – 892 с.
8. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. – СПб. : Лань, 2016. – 416 с.

б) дополнительная литература

1. Матвеев А. Н., Механика и теория относительности, М., Высшая школа, 1976.
2. Матвеев А. Н., Молекулярная физика. Учеб. пособие для вузов. – М. : Высшая школа, 1981. – 400 с.
3. Матвеев А. Н., Электричество и магнетизм, Высшая школа. – М., 1983.– 463 с.
4. Ахиезер А. И., Ахиезер И. А., Электромагнетизм и электромагнитные волны.
5. Парселл Э, Электричество и магнетизм (Берклеевский курс физики, т.2)
6. Бутиков Е. И., Оптика, М., Высшая школа, 1986. – 511 с.
7. Тамм И. Е., Основы электромагнетизма, Учеб. пособие для вузов., 10-е изд- испр. – М: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 501 с.
8. Годжаев Н. М., Оптика, М., Высшая школа, 1977. – 432 с.

9. Ландсберг Г. С., Оптика, М., Наука, 1976 и позже. – 848 с.
10. Поль Р. В., Оптика и атомная физика, М., Наука, 1966. – 552 с.
11. Грабовский Р. И. Курс физики. Изд-во Лань, 2007.
12. Иродов И. Е., Волновые процессы. Основные законы, М., 2001;
13. Иродов И. Е., Основные законы физики макросистем, М., 2001;
14. Иродов И. Е., Основные законы электромагнетизма, М. : Высшая школа, 1991. – 288 с.
15. Фейнман, Лейтон, Сэндс, Фейнмановские лекции по физике, изд. 3-е, М, Мир, 1976. – 78 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. <http://www.codata.org>, International Council for Science : Committee on Data for Science and Technology –самые свежие значения мировых констант
2. <http://www.ufn.ru/> - "Успехи физических наук" - Электронная версия он-лайн ежемесячного журнала. Свободно распространяются абстракты статей с 1995 г. и материалы последнего номера.
3. <https://ru.wikipedia.org> –портал Физика
4. Электронная библиотека (репозиторий) НБ ТГУ [Электронный ресурс] / НИ ТГУ, Научная библиотека ТГУ. – Электрон. дан. – Томск, 2011. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp/>

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 практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Нявро Вера Федоровна, канд. физ.-мат., кафедра общей и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.