**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

**УТВЕРЖДАЮ**
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«19» 05 2016 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
# Физика

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат
**Направление подготовки** 12.03.03 – Фотоника и оптоинформатика
**Профиль** Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур
**Форма обучения** очная
**Факультет** Электронной техники
**Кафедра** ЭП
**Курс(ы)** 1, 2 **Семестр(ы)** 2, 3, 4
**Учебный план набора** 2016 года

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции (Л) | 36 | 36 | 28 | 100 | часов |
| 2 | Лабораторные работы (ЛР) | 20 | 20 | 20 | 60 | часов |
| 3 | Практические занятия (ПЗ) | 36 | 34 | 28 | 98 | часов |
| 4 | Курсовой проект / работа (КРС) (аудитория) | – | – | – | – | часов |
| 5 | **Всего аудиторных занятий** | 92 | 90 | 76 | 258 | часов |
| 6 | Из них в интерактивной форме | 18 | 18 | 14 | 50 | часов |
| 7 | **Самостоятельная работа студентов (СРС)** | 88 | 54 | 68 | 210 | часов |
| 8 | **Всего (без экзамена)** | 180 | 144 | 144 | 468 | часов |
| 9 | Самостоятельная работа на подготовку и сдачу экзамена | – | – | 36 | 36 | часов |
| 10 | **Общая трудоёмкость** | 180 | 144 | 180 | 504 | часов |
| | (в зачётных единицах) | 5 | 4 | 5 | 14 | ЗЕТ |

Зачет 2, 3 семестр
Экзамен 4 семестр

**Томск 2016**

Согласована на портале № 408

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № от «___» _____ 20__ г.

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.03.03 – «Фотоника и оптоинформатика» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03 сентября 2015 г. № 958, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физики 20 апреля 2016 г., протокол № 113.

Разработчик:

доцент кафедры физики _____ Ю.А. Бурачевский

Зав. каф. физики, профессор _____ Е.М. Окс

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности

Декан ФЭФ, доцент _____ А.И. Воронин

Заведующий профилирующей кафедрой ЭП, профессор _____ С.М. Шандаров

Заведующий выпускающей кафедрой ЭП, профессор _____ С.М. Шандаров

**Эксперты:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| каф. физики | доцент | | А.В. Медовник |
| (место работы) | (занимаемая должность) | (подпись) | (инициалы, фамилия) |
| каф. ФЭ | доцент | | И.А. Чистоедова |
| (место работы) | (занимаемая должность) | (подпись) | (инициалы, фамилия) |

Согласована на портале № 408

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Физика» изучается в первом, втором и третьем семестре и предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, получение различного рода консультаций.

**Целью дисциплины** «Физика» является формирование у студентов ТУСУР целостного представления о физических процессах и явлениях, протекающих в природе, понимания возможностей современных научных методов познания природы и владения ими на уровне, необходимом для решения практических задач, возникающих при выполнении профессиональных обязанностей.

**Задачей изучения** курса физики является освоение студентами и умение использовать:

- основных понятий, законов и моделей:
  - механики;
  - термодинамики;
  - электричества и магнетизма;
  - колебаний и волн;
  - оптики;
  - атомной физики;
  - физики твердого тела;
  - ядерной физики;
- методов теоретического и экспериментального исследований в физике;
- методов оценок порядков физических величин.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Физика» относится к числу дисциплин математического и естественнонаучного цикла (базовая часть Б1.Б.14). Знания и навыки, полученные при её изучении, используются в последующих дисциплинах профессионального цикла («Электротехника и электроника», «Оптическое материаловедение», «Основы технологии оптических материалов», «Оптическая физика», «Основы оптоинформатики», «Основы фотоники», «Уравнения оптофизики», «Приборы квантовой электроники и фотоники», «Физические основы квантовой и оптической электроники», «Философия», «Безопасность жизнедеятельности»).

# 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Физика» направлен на формирование следующих компетенций:

***общепрофессиональные компетенции (ОПК)***:

1) способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (**ОПК-1**).

***В результате изучения курса физики студенты должны:***

**Знать** физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики.

**Уметь** использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.

**Владеть** навыками физических исследований.



Согласована на портале № 408

2) способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (**ОПК-2**).

***В результате изучения курса физики студенты должны:***

**Знать** основные возможности современных текстовых редакторов и современных программ обработки и представления информации.

**Уметь** использовать текстовый редактор для написания отчетов по лабораторным работам. Использовать программу обработки и представления результатов.

**Владеть** навыками обработки экспериментальных результатов.

3) способность к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики (**ПК-1**).

**Знать** основные принцы генерации оптического излучения лазерами разных типов.

**Уметь** использовать явления волновой оптики для измерения лазерного излучения в видимом диапазоне.

**Владеть** навыками обработки экспериментальных результатов простейших оптических измерений.

## 4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

| Виды учебной работы | Семестры | | | Всего часов |
|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | |
| **Аудиторные занятия (всего)** | **92** | **92** | **76** | **260** |
| В том числе: | | | | |
| Лекции (Л) | 36 | 36 | 28 | 100 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 20 | 20 | 20 | 60 |
| Практические занятия (ПЗ) | 36 | 34 | 28 | 100 |
| Курсовой проект / работа (КРС) (аудиторная нагрузка) | – | – | – | – |
| *Другие виды аудиторной работы* | | | | |
| **Самостоятельная работа (всего)** | **88** | **54** | **68** | **210** |
| В том числе: | | | | |
| Проработка лекционного материала | 18 | 10 | 14 | 42 |
| Подготовка к практическим занятиям | 18 | 8 | 14 | 40 |
| Выполнение индивидуальных творческих заданий | 18 | 14 | 14 | 46 |
| Подготовка к контрольным работам и коллоквиумам | 14 | 8 | 12 | 34 |
| Подготовка к лабораторным занятиям | 20 | 14 | 14 | 48 |
| Самостоятельное изучение тем теоретической части | – | – | – | – |
| **Подготовка к экзамену** | **–** | **–** | **36** | **36** |
| Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен) | Зач | Зач | Экз | |
| **Общая трудоёмкость час** | **180** | **144** | **180** | **504** |
| **Зачётные единицы трудоёмкости** | **5** | **4** | **5** | **14** |



Согласована на портале № 408

# 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 5.1.

| № | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего час. | **Формируемые компетенции** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Второй семестр** | | | | | | | |
| 1 | Механика | 12 | 12 | 8 | 30 | **62** | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1 |
| 2 | Молекулярная физика и термодинамика | 10 | 10 | 4 | 24 | **48** | |
| 3 | Электростатика. Постоянный электрический ток | 14 | 14 | 8 | 34 | **70** | |
| **Третий семестр** | | | | | | | |
| 4 | Электромагнетизм | 12 | 12 | 8 | 18 | **50** | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1 |
| 5 | Колебания и волны | 12 | 12 | 8 | 18 | **50** | |
| 6 | Волновая оптика | 12 | 12 | 4 | 18 | **46** | |
| **Четвертый семестр** | | | | | | | |
| 7 | Квантовая оптика | 10 | 12 | 8 | 26 | **52** | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1 |
| 8 | Элементы физики твердого тела | 10 | 10 | 12 | 24 | **56** | |
| 9 | Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц | 8 | 6 | | 18 | **36** | |
| 10 | **Всего:** | **100** | **100** | **60** | **210** | **470** | |
| Итого: | | 470 часов | | | | | |

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Таблица 5.2.

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Трудоёмкость (час.) | **Формируемые компетенции** |
|---|---|---|---|---|
| **Второй семестр** | | | | |
| **1** | **Механика** | 1.1. Физика как фундаментальная наука.<br>1.2. Кинематика.<br>1.3. Динамика материальной точки.<br>1.4. Законы сохранения.<br>1.5. Механика твердого тела.<br>1.6. Основы релятивистской механики. | **12** | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1 |
| **2** | **Молекулярная физика и термодинамика** | 2.1. Уравнения состояния идеального газа.<br>2.2. Изопроцессы идеального газа.<br>2.3. Классические статистики.<br>2.4. Явления переноса.<br>2.5. Обратимые и необратимые процессы. | **10** | |

Согласована на портале № 408

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2.6. Энтропия. | | |
| 3 | **Электростатика. Постоянный электрический ток** | 3.1. Электростатическое поле в вакууме.<br>3.2. Электростатическое поле в диэлектрике.<br>3.3. Проводник в электрическом поле.<br>3.4. Энергия электрического поля.<br>3.5. Постоянный электрический ток. | **14** | |
| **Третий семестр** | | | | |
| 4 | **Электричество и магнетизм** | 4.1. Магнитное поле в вакууме.<br>4.2. Магнитное поле в веществе.<br>4.3. Электромагнитная индукция.<br>4.4. Уравнения Максвелла. | **12** | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1 |
| 5 | **Колебания и волны** | 5.1. Колебания. Механические и электромагнитные колебания.<br>5.2. Волны. Волны в упругой среде. Электромагнитные волны. | **12** | |
| 6 | **Волновая оптика** | 6.1. Интерференция света.<br>6.2. Дифракция света.<br>6.3. Поляризация света.<br>6.4. Свойства и особенности распространения световых волн в различных средах. Дисперсия света. | **12** | |
| **Четвертый семестр** | | | | |
| 7 | **Квантовая оптика** | 7.1. Тепловое излучение.<br>7.2. Фотоны.<br>7.3. Внешний фотоэффект. | **10** | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1 |
| 8 | **Элементы физики твердого тела** | 8.1. Основы теории теплоемкости твердого тела.<br>8.2. Элементы зонной теории твердых тел.<br>8.3. Металлы, проводники и диэлектрики.<br>8.4. Основы теории электропроводности твердых тел. | **10** | |
| 9 | **Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц** | 9.1. Строение ядер.<br>9.2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.<br>9.3. Ядерные реакции.<br>9.4. Элементарные частицы. Классификация и взаимная превращаемость элементарных частиц.<br>9.5. Современная физическая картина мира. | **8** | |

**5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

Для освоения разделов дисциплины «Физика» необходимы знания, полученные в школе и получаемые параллельно при изучении дисциплины «Математический анализ».

Разделы дисциплины «Физика» связаны с разделами *последующих* дисциплин «Профессионального цикла (базовой общепрофессиональной части)» рабочего учебного плана:

Согласована на портале № 408

Таблица 5.3.

| Дисциплины \ Разделы физики | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Электротехника и электроника | | | + | + | + | + | | + | |
| Оптическое материаловедение | + | | | | | + | + | + | |
| Основы технологии оптических материалов | + | | + | + | + | + | | + | + |
| Оптическая физика | | | | | | + | + | + | |
| Основы оптоинформатики | | | + | + | + | + | + | + | |
| Основы фотоники | | | + | + | + | + | + | + | |
| Уравнения оптофизики | | | | | | | + | + | |
| Приборы квантовой электроники и фотоники | | | + | + | + | + | + | + | + |
| Физические основы квантовой и оптической электроники | | | + | + | + | + | + | + | + |
| Философия | + | + | | | + | | | | |
| Безопасность жизнедеятельности | | | + | + | + | | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Таблица 5.4.

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Л | ПЗ | ЛР | СРС | |
| ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1 | + | + | + | + | Опрос. Тест. Контрольная работа (коллоквиум). Защита лабораторной работы (тест, устный опрос). Экзамен. |

## 6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учётом требований к объёму знаний в интерактивной форме.

### 6.1. Технологии интерактивного обучения при различных формах знаний

Таблица 6.1.

| Методы \ Формы | Лекции (час) | Практические занятия (час) | Лабораторные работы (час) | Всего (час) |
|---|---|---|---|---|
| Обсуждение презентации и демонстраций опытов | 10 | | 4 | 14 |
| Работа в команде | | | 20 | 20 |
| Устный опрос или тестирование при допуске и защите лабораторных работ | | | 8 | 8 |
| Публичная защита и разбор у доски индивидуальных творческих заданий и тестов | | 8 | | 8 |
| Итого интерактивных занятий | 10 | 8 | 32 | 50 |



Согласована на портале № 408

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Таблица 7.1.

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (час.) | ОПК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| **Второй семестр** | | | | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1 |
| 1 | **1** | • Кинематика равноускоренного вращения.<br>• Динамика маятника Обербека. | 8 | |
| 2 | **2** | • Изучение распределения Максвелла. | 4 | |
| 3 | **3** | • Изучение свойств диэлектриков в поле плоского конденсатора.<br>• Измерение удельного электрического сопротивления металлов. | 8 | |
| **Третий семестр** | | | | |
| 4 | **4** | • Изучение магнитного поля кругового тока.<br>• Определение удельного заряда электрона методом магнетрона | 8 | |
| 5 | **5** | • Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.<br>• Изучение затухающих электромагнитных колебаний. | 8 | |
| 6 | **6** | • Изучение интерференции лазерного излучения. Опыт Юнга. | 4 | |
| **Четвертый семестр** | | | | |
| 7 | **7** | • Изучение зависимости энергетической светимости серого тела от температуры.<br>• Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна. | 8 | |
| 8 | **8** | • Определение ширины запрещенной зоны полупроводника по температурной зависимости обратного тока диода.<br>• Внутренний фотоэффект<br>• Туннельный эффект в вырожденном p-n-переходе. | 12 | |



Согласована на портале № 408

## 8. ПРАКТИКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

Таблица 8.1.

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование практических занятий | Трудоемкость (час.) | ОПК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| **Второй семестр** | | | | |
| 1 | **1** | Кинематика поступательного и вращательного движения. | 2 | ОПК-1 |
| 2 | | Законы динамики поступательного движения. | 2 | |
| 3 | | Законы динамики вращательного движения. | 2 | |
| 4 | | Работа и энергия. | 2 | |
| 5 | | Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии. | 2 | |
| 6 | | Релятивистская механика. Теория относительности. | 2 | |
| 7 | **2** | Изопроцессы, теплоёмкость одноатомных и многоатомных газов. | 2 | |
| 8 | | Распределения Максвелла и Больцмана. | 2 | |
| 9 | | Теплоемкость газа. Формула Майера. | 2 | |
| 10 | | Первое начало термодинамики. Циклы. | 2 | |
| 11 | | Второе начало термодинамики. Энтропия. | 2 | |
| 12 | **3** | Закон Кулона. | 2 | |
| 13 | | Напряжённость электрического поля. Теорема Гаусса. | 2 | |
| 14 | | Связь между напряженностью и потенциалом. | 2 | |
| 15 | | Потенциал. Работа сил электростатического поля. | 2 | |
| 16 | | Вещество в электростатическом поле. | 2 | |
| 17 | | Электроемкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия электростатического поля. | 2 | |
| 18 | | Правила Кирхгофа для цепей постоянного тока. Плотность тока. К.п.д. источника тока. | 2 | |
| **Третий семестр** | | | | |
| 19 | **4** | Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. | 2 | ОПК-1 |
| 20 | | Сила Ампера. Сила Лоренца. | 2 | |
| 21 | | Применение теоремы о циркуляции вектора магнитной индукции для расчёта полей. | 2 | |
| 22 | | Магнитное поле в веществе. | 2 | |
| 23 | | Электромагнитная индукция. | 2 | |
| 24 | | Энергия магнитного поля. | 2 | |
| 22 | **5** | Гармонические колебания. Сложение гармонических колебаний. | 2 | |
| 23 | | Затухающие колебания. | 2 | |
| 24 | | Вынужденные колебания. | 2 | |
| 25 | | Упругие волны. | 2 | |
| 26 | | Электромагнитные волны. | 2 | |
| 27 | | Акустический и оптический эффект Допле- | 2 | |



Согласована на портале № 408

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ра. Энергия волны. Плотность потока энергии. | | |
| **Четвертый семестр** | | | | |
| 28 | **6** | Геометрическая и оптическая разность хода лучей. | 2 | ОПК-1 ПК-1 |
| 29 | | Интерференция света. | 4 | |
| 30 | | Дифракция света. | 4 | |
| 31 | | Поляризация света. | 2 | |
| 32 | **7** | Тепловое излучение. | 2 | ОПК-1 ПК-1 |
| 33 | | Внешний фотоэффект. | 4 | |
| 34 | | Эффект Комптона. | 4 | |
| 35 | | Фотоны. Импульс фотона. Давление света. | 2 | |
| 36 | **8** | Тепловые свойства твердых тел. | 2 | |
| 37 | | Электропроводность проводников. | 2 | |
| 38 | | Полупроводники. Электропроводность полупроводников. | 4 | |
| 39 | | Внутренний фотоэффект. | 2 | |
| 40 | **9** | Закон радиоактивного распада. Активность. | 2 | ОПК-1 |
| 41 | | Ядерные реакции. | 2 | |
| 42 | | Дефект массы. Энергия связи. Энергетический выход ядерной реакции. | 2 | |

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 9.1.

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудоемкость (час.) | ОПК, ПК | Контроль выполнения работы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **1–9** | Проработка лекционного материала | 40 | ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 | Опрос. Тесты. Контрольные работы (коллоквиумы). |
| 2 | **1–9** | Подготовка к практическим занятиям | 40 | | Тесты, домашние задания |
| 3 | **1-9** | Выполнение индивидуальных творческих заданий | 40 | | Проверка ДЗ |
| 4 | **1-9** | Подготовка к контрольным работам и коллоквиумам | 30 | | Проверка работ |
| 5 | **1–8** | Подготовка отчётов по лабораторным работам | 60 | | Опрос. Тест. Защита отчётов |
| 6 | **1–9** | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Опрос. Экзамен. |
| **Итого:** | | | **246 часов** | | |

ВТОРОЙ СЕМЕСТР

**Темы индивидуальных творческих заданий:** 1. Кинематика материальной точки; 2. Динамика поступательного движения; 3. Динамика вращательного движения; 4. Законы сохранения в механике; 5. Классические статистики; 6. Термодинамика; 7. Закон Кулона.

Согласована на портале № 408

Напряженность; 8. Потенциал и работа; 9. Металлы и диэлектрики в электростатическом поле.

**Темы 1 и 2 контрольных работ:** 1. «Кинематика материальной точки»; 2. «Динамика поступательного движения»; 3. «Динамика вращательного движения»; 4. «Законы сохранения в механике»; 5. «Классические статистики»; 6. «Термодинамика»; 7. «Закон Кулона. Напряженность»; 8. Потенциал и работа; 9. «Вещество в электростатическом поле».

**Темы 1-го и 2-го коллоквиума:** 1. «Механика»; 2. «Молекулярная физика и термодинамика».

ТРЕТИЙ СЕМЕСТР

**Темы индивидуальных творческих заданий:** 1. Магнитостатика; 2. Движение зарядов и токов в магнитном поле; 3. Электромагнитная индукция; 4. Колебания; 5. Волны; 6. Интерференция; 7. Дифракция.

**Темы 1 и 2 контрольных работ:** 1. «Магнитостатика»; 2. «Движение зарядов и токов в магнитном поле»; 3. «Электромагнитная индукция»; 4. «Колебания»; 5. «Волны»; 6. «Интерференция»; 7. «Дифракция».

**Темы 1-го и 2-го коллоквиумов:** 1. «Электромагнетизм»; 3. «Колебания и волны».

ЧЕТВЕРТЫЙ СЕМЕСТР

**Темы индивидуальных творческих заданий:** 1. Тепловое излучение; 2. Внешний фотоэффект. Эффект Комптона; 4. Физика твердого тела; 6. Радиоактивность.

**Темы 1 и 2 контрольных работ:** 1. «Тепловое излучение»; 2. «Внешний фотоэффект. Эффект Комптона»; 3. «Физика твердого тела»; 7. «Радиоактивность».

**Темы 1-го и 2-го коллоквиумов:** 1. «Квантовая оптика»; 2. «Физика твердого тела».

## 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрено учебным планом

## 11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает текущий контроль выполнения элементов объёма дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга.

В первом семестре по дисциплине «Физика» предусмотрен зачёт. По окончании семестра студент, набравший менее 50 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачёт. **Студент, выполнивший все запланированные лабораторные работы** и набравший сумму 50 и более баллов, получает зачёт «автоматом».

По дисциплине «Физика» проведение экзамена во втором и третьем семестре является обязательным. При этом балльная оценка в соотношении 70/30 распределяется на две составляющие: семестровую и экзаменационную. Т.е. 70 баллов можно получить за текущую работу в семестре, а 30 баллов – за ответы на экзамене.

Для стимулирования планомерности работы студента в семестре введён компонент своевременности, который применяется (суммируется) только для студентов, без опозданий отчитывающихся по промежуточным элементам контроля (тесты, практические работы, коллоквиумы).

На протяжении всего семестра текущая успеваемость оценивается только в баллах нарастающим итогом, в том числе и результаты контрольных точек.

Текущий контроль изучения дисциплины в каждом семестре состоит из следующих видов:

Согласована на портале № 408

– контроль за усвоением теоретического материала – проведение 4 письменных контрольных работ и коллоквиумов;

– контроль за правильным выполнением практических работ – проведение на практических занятиях 5 – 7 тестов;

– контроль за выполнением лабораторных работ.

По результатам текущего контроля формируется допуск студента к итоговому контролю – экзамену по дисциплине. Экзамен осуществляется в виде опроса по теоретической части дисциплины.

В составе суммы баллов, полученной студентом по дисциплине, заканчивающейся экзаменом, экзаменационная составляющая должна быть не менее 10 баллов. В противном случае экзамен считается не сданным, студент в установленном в ТУСУР порядке обязан его пересдать. При неудовлетворительной сдаче экзамена (меньше 10 баллов) или неявке студента на экзамен экзаменационная составляющая приравнивается к нулю (0).

По дисциплине «Физика» проведение экзамена во 2 и 3 семестрах является обязательным. Экзаменационный билет содержит три вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 10 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов.

В таблицах 11.1. и 11.2. содержатся примеры распределения баллов для дисциплины «Физика» в течении первого семестра, завершающегося зачётом с оценкой, и для второго семестра, завершающегося зачётом, и третьего семестров, завершающихся экзаменом.

Таблица 11.1. Распределение баллов во втором и третьем семестрах изучения физики

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл с начала семестра до даты 1 КТ | Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ | Максимальный балл за период между 2 КТ и концом семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 4 | 4 | 4 | **12** |
| Индивидуальные творческие задания | 9 | 9 | 6 | **24** |
| Контрольные работы на практических занятиях | 10 | 10 | 10 | **30** |
| Коллоквиумы | 5 | 10 | 10 | **25** |
| Компонент своевременности | 3 | 3 | 3 | **9** |
| **Итого максимум за период:** | **31** | **36** | **33** | **100** |
| Сдача экзамена | | | | – |
| **Нарастающим итогом** | **31** | **67** | **100** | **100** |

Таблица 11.2. Распределение баллов в четвертом семестре изучения физики

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл с начала семестра до даты 1 КТ | Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ | Максимальный балл за период между 2 КТ и концом семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 1 | 1 | 1 | **3** |
| Индивидуальные творческие задания | 5 | 5 | 5 | **15** |
| Контрольные работы на практических занятиях | 4 | 5 | 3 | **12** |
| Выполнение лабораторных работ и защита от- | 9 | 9 | 7 | **25** |



Согласована на портале № 408

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| четов | | | | |
| Коллоквиумы | 3 | 6 | 3 | **12** |
| Компонент своевременности | 1 | 1 | 1 | **3** |
| **Итого максимум за период:** | **23** | **27** | **20** | **70** |
| Сдача экзамена | | | | **30** |
| **Нарастающим итогом** | **23** | **50** | **70** | **100** |

Таблица 11.3. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| Не менее 90% от максимальной суммы на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы на дату КТ | 3 |
| Менее 60% от максимальной суммы на дату КТ | 2 |

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку (таблица 11.4) происходит один раз в конце семестра только после подведения итогов изучения дисциплины «Физика», т.е. после успешной сдачи экзамена:

Таблица 11.4. Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) | 90–100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) | 85–89 | B (очень хорошо) |
| | 75–84 | C (хорошо) |
| | 70–74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) | 65–69 | |
| | 60–64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 12.1. Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие для втузов: В 3 т. – 7-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2007.

**Т. 1:** Механика. Молекулярная физика. – 432 с. (В библиотеке – 155 экз.).

**Т. 2:** Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 496 с. (В библиотеке – 148 экз.).

**Т. 3:** Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 317 с. (В библиотеке – 151 экз.).

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов в 5 т. – М.: Физматлит, 2005-2006.

**Т. 1:** Механика. – 5-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 560 с. (В библиотеке – 101 экз.).

**Т. 2:** Термодинамика и молекулярная физика. – 5-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2006. – 543 с. (В библиотеке – 100 экз.).

**Т. 3:** Электричество. – 5-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 654 с. (В библиотеке – 100 экз.).



Согласована на портале № 408

**Т. 4:** Оптика. – 3-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2005. – 791 с. (В библиотеке – 101 экз.).

**Т. 5:** Атомная и ядерная физика. – 3-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 782 с. (В библиотеке – 100 экз.).

3. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2007.

**Т. 1:** Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 7-е изд. – 352 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=505.

**Т. 2:** Электричество и магнетизм. – 7-е изд. – 352 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=151 с компьютеров ТУСУР.

**Т. 3:** Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц. – 6-е изд. – 512 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=508.

**12.2. Дополнительная литература:**

1. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. [Электронный ресурс] – 5-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 292 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71766 с компьютеров ТУСУР.

2. Иродов И.Е. Механика. Основные законы. – 8-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 309 с. (В библиотеке – 99 экз.).

3. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. – 3-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 207 с. (В библиотеке – 50 экз.).

4. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: Учебное пособие для вузов. – 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 319 с. (В библиотеке – 101 экз.).

5. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: учебное пособие. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 263 с. (В библиотеке – 100 экз.).

6. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 256 с. (В библиотеке – 100 экз.).

7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие для вузов. – 7-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 431 с. (В библиотеке – 496 экз.).

8. Чертов А.Г., Воробьёв А.А. Задачник по физике: Учебное пособие для втузов. – 8-е изд., перераб. и доп.– М.: Физматлит, 2007. – 640 с. (В библиотеке – 99 экз.).

9. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: Учебное пособие для втузов. – 12-е изд., испр. – М.: Наука, 1990. – 396 с. (В библиотеке – 148 экз.).

10. Козырев А. В. Курс лекций по физике: Учебник. – Томск: ТУСУР, 2007. – 421 с. (В библиотеке – 697 экз.).

11. Калашников Н.П., Кожевников Н.М. Физика. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] – 1-е изд. – СПб.: Лань, 2009. – 160 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=172 с компьютеров ТУСУР.

12. Лозовский В.Н. Курс физики. В 2-х тт. [Электронный ресурс] – 6-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2009.

**Т. 1:** Физические основы механики. Электричество и магнетизм. Физика колебаний и волн. – 576 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=236.

**Т. 2:** Квантовая физика. Статистическая физика и термодинамика. Современная физическая картина мира. – 608 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=239 с компьютеров ТУСУР.

13. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2011.



Согласована на портале № 408

**Т. 1:** Механика. Молекулярная физика. – 11-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2011. – 432 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2038.

**Т. 2:** Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 11-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2011. – 496 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2039.

**Т. 3:** Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 10-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2011. – 320 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2040.

14. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2009.

**Т. 1:** Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 13-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 480 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=416 с компьютеров ТУСУР.

**Т. 2:** Электрические и электромагнетические явления. – 12-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 528 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=418 с компьютеров ТУСУР.

**Т. 3:** Оптика. Атомная физика. – 10-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 656 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=419.

### 12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

***1. Учебно-методические пособия для практических занятий и самостоятельной работы*** [Электронный ресурс]:

2.1. Чужков Ю.П. Работа и энергия. Законы сохранения в механике: сборник задач для практических занятий. – Томск: ТУСУР, 2010. – 24 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1100.

2.2. Лячин А.В., Магазинников А.Л., Троян Л.А. Молекулярная физика: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2009. 30 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1234.

2.3. Лячин А.В., Магазинников А.Л., Орловская Л.В. Термодинамика. Часть 1: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2009. 43 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1235.

2.4. Галеева А.И., Лячин А.В., Магазинников А.Л. Термодинамика. Часть 2: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2010. 22 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1236.

2.5. Бурачевский Ю.А. Волновая оптика: Методическое пособие. Сборник тестовых вопросов. – 2009. 24 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1233.

2.6. Чужков Ю.П. Элементы атомной физики и квантовой механики: Учебно-методическое пособие. Сборник тестовых вопросов. – Томск: ТУСУР, 2011. – 68 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1104.

***2. Учебно-методические пособия для выполнения лабораторных работ*** [Электронный ресурс]:



Согласована на портале № 408

3.1. Бурдовицин В.А., Троян Л.А. Динамика маятника Обербека: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 13 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/918.

3.2. Галеева А.И., Иванова Е. В. Изучение электростатического поля: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 11 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/926.

3.3. Иванова Е. В. Изучение магнитного поля кругового тока: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 12 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/863.

3.4. Бурачевский Ю.А. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 14 с. Режим доступа для студентов, сотрудников ТУСУР: http://edu.tusur.ru/training/publications/864

3.5. Бурдовицин В.А., Троян Л.А. Изучение затухающих электромагнитных колебаний: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 14 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/862.

3.6. Орловская Л.В. Изучение интерференции лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе. – 2010. 9 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/911.

3.7. Федоров М. В., Бурдовицин В. А. Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна: Методические указания к лабораторной работе. – 2009. 11 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/851.

3.8. Захаров Н.А., Кириллов А.М. Исследование спектра атома водорода: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 18 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/917.

***3. Компьютерные программы моделирования некоторых физических явлений в лабораторном практикуме.***

### 12.4. Фонд оценочных средств (ФОС)

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1 к данной программе.

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения чтения курса лекций используется специальная лекционная аудитория кафедры физики (230 ауд. ФЭТ), оснащённая мультимедийным проектором, компьютером и экранами. Для обеспечения лабораторных работ по физике используются 6 специализированных (под различные разделы курса) лаборатории кафедры физики, оснащённые соответствующими лабораторными установками, макетами, стендами и компьютерным оборудованием.

## 14. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Объём часов, предусмотренных учебным планом для изучения курса физики, не позволяет раскрыть в лекциях подробно и глубоко материал. Поэтому при реализации программы студенты должны достаточно много работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и подготовке к практическим, лабораторным и контрольным занятиям. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии обеспечить их списком вопросов, подлежащих изучению, списком основной и дополнительной литературы для самостоятельной работы.

Согласована на портале № 408

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется тестовый контроль знаний.

На лекциях необходимо обращать внимание на особенности применения рассматриваемого материала в последующих курсах, а также в будущей профессиональной деятельности.



Согласована на портале № 408

**Приложение 1**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**
_____ **П. Е. Троян**
«___» _____ 2016 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)

Физика
(полное наименование учебной дисциплины или практики)

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

**Направление(я) подготовки (специальность)** 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
(полное наименование направления подготовки (специальности))

**Профиль(и)** Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

**Форма обучения** Очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Факультет Электронной техники**
(сокращенное и полное наименование факультета)

**Кафедра ЭП (Электронных приборов)**
(сокращенное и полное наименование кафедры)

**Курс** 1, 2 **Семестр** 2, 3, 4

**Учебный план набора** 2016 **года и последующих лет.**

**Зачет** 3 **семестр** **Диф. зачет** 2 **семестр**

**Экзамен** 4 **семестр**

**Томск 2016**

Согласована на портале № 408

# 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций**

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| **ОПК-1** | способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | 1. Должен знать физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики.<br>2. Должен уметь использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.<br>3. Должен владеть навыками физических исследований. |
| **ОПК-2** | способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий | 1. Должен знать основные возможности современных текстовых редакторов и современных программ обработки и |

Согласована на портале № 408

| | | |
|---|---|---|
| | | представления информации.<br>2. Должен уметь использовать текстовый редактор для написания отчетов по лабораторным работам. Использовать программу обработки и представления результатов.<br>3. Должен владеть навыками обработки экспериментальных результатов. |
| **ПК-1** | способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики | 1. Должен знать Основные принципы генерации оптического излучения лазерами разных типов.<br>2. Должен уметь использовать явления волновой оптики для измерения лазерного излучения в видимом диапазоне.<br>3. Должен владеть Навыками обработки экспериментальных результатов простейших оптических измерений. |

## 2 Реализация компетенций

### 1 Компетенция ОПК-1

**ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Согласована на портале № 408

**Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | Способность представлять физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики | Использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. | Навыками физических исследований |
| **Виды занятий** | • Лекции;<br>• Практические занятия | • Лабораторные работы;<br>• Выполнение домашнего задания;<br>• Самостоятельная работа студентов | • Лабораторные работы; |
| **Используемые средства оценивания** | • Тест;<br>• Контрольная работа;<br>• Индивидуальное творческое задание;<br>• Экзамен . | • Лабораторная работа;<br>• Конспект самостоятельной работы | • Защита лабораторных работ |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |

Согласована на портале № 408

| | | | |
|---|---|---|---|
| | изучаемой области с пониманием границ применимости | творческих решений, абстрагирования проблем | |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • анализирует связи между различными физическими понятиями;<br>• представляет способы и результаты использования различных физических моделей;<br>• математически обосновывает выбор метода и план решения | • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет математически выражать, и аргументировано доказывать положения предметной области знания | • способен руководить междисциплинарной командой;<br>• свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |

Согласована на портале № 408

| | | | |
|---|---|---|---|
| | задачи | | |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • понимает связи между различными физическими понятиями;<br>• имеет представление о физических моделях;<br>• аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи;<br>• графически иллюстрирует задачу | • самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование;<br>• применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания | • критически осмысливает полученные знания;<br>• компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде);<br>• владеет разными способами представления физической информации |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • дает определения основных понятий;<br>• воспроизводит основные физические факты, идеи;<br>• распознает физические объекты;<br>• знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике | • умеет работать со справочной литературой;<br>• использует приборы, указанные в описании лабораторной работы;<br>• умеет представлять результаты своей работы | • владеет терминологией предметной области знания;<br>• способен корректно представить знания в математической форме |

## 2 Компетенция ОПК-2

**ОПК-2: способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.**

Согласована на портале № 408

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

**Таблица 5– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | Способность осуществлять поиск, хранение и обработку информации с использованием основных возможностей современных текстовых редакторов и современных программ обработки и представления информации | Использовать текстовый редактор для написания отчетов по лабораторным работам. Использовать программу обработки и представления результатов. | Навыками обработки экспериментальных результатов. |
| **Виды занятий** | • Лекции;<br>• практические занятии.<br>• лабораторные работы; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа студентов. | • Лабораторные работы. |
| **Используемые средства оценивания** | • Тест;<br>• устная беседа;<br>• экзамен. | • Лабораторные работы;<br>• Конспект самостоятельной работы. | • Защита лабораторных работ. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

**Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий** | Обладает | Обладает | Контролирует работу, |

Согласована на портале № 408

| | | | |
|---|---|---|---|
| **уровень)** | фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

**Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • Свободно владеет возможностями современных текстовых редакторов;<br>• Свободно владеет возможностями современных программ обработки и представления информации; | • свободно применять возможности современных текстовых редакторов в незнакомых ситуациях;<br>• свободно применять современные программы обработки и представления | • способен руководить междисциплинарной командой;<br>• свободно владеет разными современнымиспособами представления физической информации в графической и математической форме |

Согласована на портале № 408

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • Свободно владеет способами их совместного использования | информации;<br>• свободно их совместно использовать | |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • понимает возможности современных текстовых редакторов;<br>• понимает возможности современных программ обработки и представления информации;<br>• понимает, как совместно их можно использовать | • самостоятельно пользоваться современными текстовым редакторами;<br>• самостоятельно пользоваться современными программами обработки и представления информации;<br>• самостоятельно совместно их использовать | • компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде);<br>• владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • понимает основные возможности современных текстовых редакторов;<br>• понимает основные возможности современных программ обработки и представления информации | • умеет работать с современными текстовыми редакторами;<br>• использует современные программы обработки и представления информации;<br>• умеет представлять результаты своей работы | • владеет терминологией предметной области знания;<br>• способен корректно представить информацию в графической и математической форме |

Согласована на портале № 408

## 3 Компетенция ПК-1

**ПК-1: способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 8.

**Таблица 8– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | Способность к анализу основных принципов генерации оптического излучения лазерами разных типов | Использовать явления волновой оптики для измерения лазерного излучения в видимом диапазоне | Навыками обработки экспериментальных результатов простейших оптических измерений |
| **Виды занятий** | • Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Практические занятия. | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа студентов | • Лабораторные работы; |
| **Используемые средства оценивания** | • Допуск к лабораторным работам;<br>• Контрольные работы;<br>• Экзамен. | • Лабораторные работы;<br>• Конспект самостоятельной работы. | • Защита лабораторных работ |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 9.

**Таблица 9 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий** | Обладает | Обладает | Контролирует работу, |

Согласована на портале № 408

| | | | |
|---|---|---|---|
| **уровень)** | фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

**Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • анализирует связи между различными понятиями и законами волновой оптики;<br>• анализирует основные физические отличия в принципах действия лазеров различных | • свободно применять основные понятия и законы волновой оптики в незнакомых ситуациях;<br>• математически выражать, и аргументировано доказывать положения предметной области знания | • способен руководить междисциплинарной командой;<br>• свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме |

Согласована на портале № 408

| | | | |
|---|---|---|---|
| | типов;<br>• понимает суть понятия когерентности | | |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • имеет представление об основных понятиях и законах волновой оптики;<br>• имеет представление об основных физических отличиях в принципах действия лазеров различных типов;<br>• имеет представление о когерентности | • самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование;<br>• применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания | • критически осмысливает полученные знания;<br>• компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде);<br>• владеет разными способами представления физической информации |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • дает определения основных понятий волновой оптики;<br>• воспроизводит основные физические отличия в принципах действия лазеров различных типов;<br>• имеет самые общие представление о когерентности | • умеет работать со справочной литературой;<br>• использует приборы, указанные в описании лабораторной работы;<br>• умеет представлять результаты своей работы | • владеет терминологией предметной области знания;<br>• способен корректно представить знания в математической форме |

Согласована на портале № 408

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Тест:

1. Тесты для практических занятий:
   1) Кинематика поступательного движения.
   2) Кинематика вращательного движения.
   3) Динамика поступательного движения.
   4) Динамика вращательного движения.
   5) Молекулярная физика. Классические статистики.
   6) Термодинамика.
   7) Закон Кулона. Напряженность.
   8) Потенциал.
   9) Металлы и диэлектрики в электростатическом поле.
   10) Магнитостатика.
   11) Движение зарядов и токов, работа в магнитном поле.
   12) Явление электромагнитной индукции. Энергия поля.
   13) Гармонические колебания.
   14) Свободные и вынужденные колебания.
   15) Волны. Эффект Доплера.
   16) Интерференция света.
   17) Дифракция.
   18) Поляризация.
   19) Тепловое излучение.
   20) Внешний фотоэффект.
   21) Внешний фотоэффект. Эффект Комптона.
   22) Фотоны. Давление света.
   23) Спектры.
   24) Волновые свойства микрочастиц.
   25) Элементы квантовой механики.
   26) Квантовая статистика.
   37) Ядерная физика.

2. Тесты для лабораторных занятий:

   1) Кинематика равноускоренного вращения
   2) Динамика маятника Обербека
   3) Изучение распределения Максвелла
   4) Изучение распределения Больцмана
   5) Определение отношения теплоемкостей газа методом Клемана-Дезорма
   6) Изучение электростатического поля
   7) Изучение свойств диэлектриков в поле плоского конденсатора

Согласована на портале № 408

8) Определение относительной диэлектрической проницаемости твердых диэлектриков

9) Измерение удельного электрического сопротивления металлов

10) Изучение магнитного поля кругового тока

11) Определение удельного заряда электрона методом магнетрона

12) Изучение затухающих колебаний крестообразного маятника

13) Изучение затухающих электромагнитных колебаний

14) Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу

15) Изучение интерференции лазерного излучения. Опыт Юнга

16) Изучение дифракции лазерного излучения от щели и нити

17) Изучение зависимости энергетической светимости серого тела от температуры

18) Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна

19) Изучение спектра атома водорода. (Постоянная Ридберга)

20) Туннельный эффект в вырожденном p-n – переходе

21) Внутренний фотоэффект

Пример тестового задания для практического занятия.

**«Металлы и диэлектрики в электростатическом поле».**

**Билет 1.**

1. Что характеризует вектор поляризации $\vec{P}$ ?

1) Дипольный момент единицы объема диэлектрика;

2) Дипольный момент атома (молекулы) диэлектрика;

3) Величину, показывающую во сколько раз электрическое поле, возрастает в диэлектрике;

4) Величину, показывающую во сколько раз электрическое поле, уменьшается в диэлектрике.

2. Укажите выражения теоремы Гаусса для поля вектора электрического смещения $\vec{D}$.

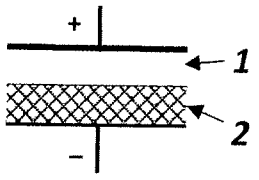
а) $\vec{D} = \varepsilon\varepsilon_0\vec{E}$; б) $\oint\limits_S \vec{D}\cdot d\vec{S} = q_{свободн}$; в) $\nabla\vec{D} = \rho_{свободн}$;

г) $\oint\limits_S \vec{D}\cdot d\vec{S} = q_{своб} + q_{связ}$; д) $\nabla\vec{D} = \rho_{свободн} + \rho_{связан}$.

1) а; 2) б; 3) в; 4) г; 5) д; 6) а, б; 7) а, в; 8) б, в;

9) а, г; 10) а, д; 11) г, д.

3. Воздушный конденсатор частично заполнен диэлектриком. В какой из его частей больше напряженность электрического поля $\boldsymbol{E}$, а в какой – электрическое смещение $\boldsymbol{D}$?




а) электрическое смещение больше в области 1;

б) напряженность электрического поля больше в области 1;

в) электрическое смещение больше в области 2;

г) напряженность электрического поля больше в области 2;

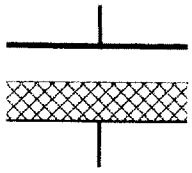
д) напряженность электрического поля одинакова в обеих областях;

Согласована на портале № 408

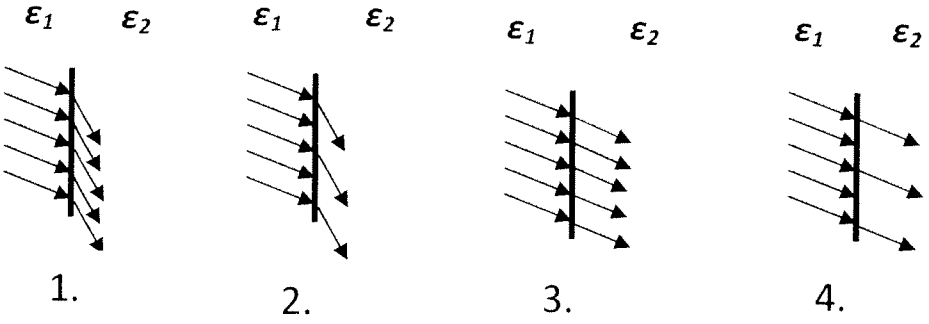
е) электрическое смещение одинаково в обеих областях.

1) а, б; 2) а, г; 3) а, д; 4) б, в; 5) б, е; 6) в, г; 7) в, д; 8) д, е.

4. Найти емкость плоского конденсатора, изображенного на рисунке, половина объема которого заполнено диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью 3. Площадь каждой обкладки конденсатора равна 10 см$^2$, а расстояние между ними 1 мм. Ответ дать в пФ.



5. Укажите номер рисунка, на котором изображены линии вектора электрической индукции $\vec{D}$ на границе раздела двух диэлектриков с $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$.




Пример тестового задания для лабораторного занятия.

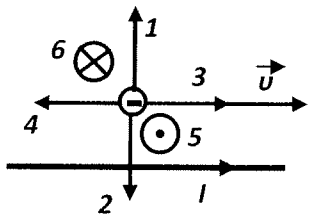
## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА МЕТОДОМ МАГНЕТРОНА

### Вариант 2

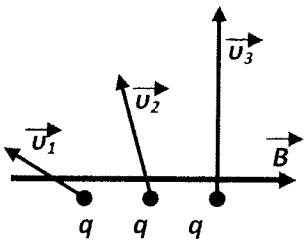
1. По какой траектории движется в общем случае заряженная частица в однородном магнитном поле?

Ответы: 1) по прямой; 2) по параболе; 3) по гиперболе; 4) по спирали; 5) по окружности.

2. Параллельно прямому проводнику на некотором расстоянии от него, движется со скоростью $\upsilon$ электрон. Указать на рисунке направление силы Лоренца, действующей на электрон, если по проводнику пустить ток $I$.




3. Три частицы с одинаковыми массами и зарядами влетают в однородное магнитное поле с разными скоростями, как показано на рисунке. Причём $\upsilon_1 < \upsilon_2 < \upsilon_3$. Как соотносятся между собой их периоды вращения $T$?

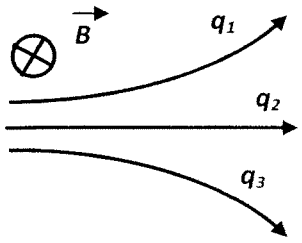



Ответы: 1) $T_1 < T_2 < T_3$; 2) $T_1 > T_2 > T_3$; 3) $T_1 = T_2 = T_3$;

4) Для ответа данных недостаточно.

4. Микрочастицы влетают в однородное магнитное поле с постоянной скоростью, как показано на рисунке. Какой заряд имеют частицы?

Согласована на портале № 408




а) $q_1 = +q$; б) $q_2 = +q$; в) $q_3 = +q$;

г) $q_1 = -q$; д) $q_2 = -q$; е) $q_3 = -q$;

ж) $q_1 = 0$; з) $q_2 = 0$; и) $q_3 = 0$.

Ответы: 1) а, б, в; 2) г, д, е; 3) ж, з, и; 4) а, е, з;

5) в, г, з; 6) б, ж, и.

5. Какое из приведенных ниже выражений представляет собой силу, действующую на положительно заряженную частицу, движущуюся одновременно в электрическом и магнитном полях?

1) $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{B},\vec{\upsilon}]$; 2) $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{\upsilon},\vec{B}]$; 3) $\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{B},\vec{\upsilon})$;

4) $\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{\upsilon},\vec{B})$.

Темы контрольных работ:

1) Кинематика материальной точки.
2) Динамика поступательного движения.
3) Динамика вращательного движения.
4) Работа и энергия. Законы сохранения.
5) Классические статистики.
6) Термодинамика.
7) Закон Кулона. Напряженность.
8) Потенциал и работа.
9) Металлы и диэлектрики в электростатическом поле.
10) Магнитостатика.
11) Движение зарядов и токов в магнитном поле.
12) Электромагнитная индукция.
13) Колебания.
14) Волны.
15) Интерференция.
16) Дифракция.
17) Тепловое излучение.
18) Внешний фотоэффект. Эффект Комптона.
19) Атомные спектры.
20) Квантовая механика.
21) Квантовые статистики.
22) Физика твердого тела.
23) Радиоактивность.

Согласована на портале № 408

Примеры контрольных работ.

Билет 11.

**Движение зарядов и токов в магнитном поле**

1. Плоский квадратный контур со стороной 9 см свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 3 Тл. При повороте контура внешними силами вокруг оси, проходящей через середины противоположных сторон, на угол 60° совершена работа 396 мДж. Найти силу тока в контуре. Ток при повороте не изменяется.
2. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две её стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые по величине токи 63 А каждый. Найти силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии, равном периметру рамки.
3. Найти ускорение электрона, движущегося в совпадающих по направлению электрическом и магнитном полях. Электрон влетел с начальной скоростью 2111 м/с перпендикулярно направлению полей. Напряжённость электрического поля 479 В/м, а напряжённость магнитного 270 кА/м.

Билет 24.

**Тепловое излучение**

1. Температура абсолютно чёрного тела изменилась при нагревании от 1942°С до 1803°С. Во сколько раз увеличилась при этом максимальная лучеиспускательная способность?
2. Имеется два абсолютно чёрных источника теплового излучения. Температура одного из них равна 850 К. Найдите температуру другого источника, если длина волны, отвечающая максимуму его испускательной способности, на 64 нм больше длины волны, соответствующей максимуму испускательной способности первого источника.
3. При какой температуре интегральная светимость поверхности серого тела с коэффициентом поглощения 0,484 равна энергетической светимости абсолютно чёрного тела, имеющего температуру 1868°С? Ответ дать в градусах Цельсия.

Список индивидуальных творческих заданий:

1) Кинематика материальной точки.
2) Динамика поступательного движения.
3) Динамика вращательного движения.
4) Работа и энергия. Законы сохранения.
5) Классические статистики.
6) Термодинамика.
7) Закон Кулона. Напряженность.
8) Потенциал и работа.
9) Металлы и диэлектрики в электростатическом поле.
10) Магнитостатика.
11) Движение зарядов и токов в магнитном поле.
12) Электромагнитная индукция.
13) Колебания.
14) Волны.
15) Интерференция.

Согласована на портале № 408

16) Дифракция.
17) Тепловое излучение.
18) Внешний фотоэффект. Эффект Комптона.
19) Атомные спектры.
20) Квантовая механика.
21) Квантовые статистики.
22) Физика твердого тела.
23) Радиоактивность.

Примеры индивидуального творческого задания:

Билет 5.

**Потенциал и работа**

1. Электрон, двигаясь из состояния покоя в электрическом поле, достиг скорости $1{,}5 \cdot 10^4$ км/с. Какую разность потенциалов прошёл электрон?
2. Металлический шар радиусом 61 мм и с потенциалом 469 В окружают незаряженной сферической оболочкой радиусом 452 мм. Каким будет потенциал шара после того, как он будет соединён с оболочкой?
3. Два точечных электрических заряда 56 нКл и 10 нКл находятся в воздухе на расстоянии 42 см друг от друга. Определить потенциал поля, создаваемого этими зарядами в точке, находящейся на расстоянии 60 см от первого заряда и 61 см от второго.
4. Радиусы двух проводящих концентрических сфер 44 см и 232 см. На каждой равномерно распределён заряд 277 нКл. Найти разность потенциалов между сферами.
5. Бесконечно длинный прямой проводящий цилиндр радиусом 1521 мкм равномерно заряжен с линейной плотностью заряда 8 нКл/м. Определить разность потенциалов двух точек этого поля, находящихся на расстоянии 44 мм и 261 мм от поверхности цилиндра.
6. Определить потенциал на расстоянии 31 мм от оси однородного бесконечно длинного диэлектрического стержня ($\varepsilon$ = 15) радиусом 15 мм, если стержень заряжен с объёмной плотностью 20 мкКл/м$^3$. Потенциал на оси стержня принять равным нулю.
7. Потенциал электрического поля имеет вид: $\varphi = 10\left(x^2 + y^2\right) + 20z^2$ (В). Найти модуль напряжённости поля в точке с координатами: $x$ =544 см, $y$ = 261 см, $z$ = 374 см.

Билет 8.

**Радиоактивность.**

1. С помощью счетчика Гейгера исследуется скорость распада некоторого радиоактивного изотопа. В начальный момент времени счетчик дает 97 импульсов за 10 с. Какое число импульсов даст счетчик по истечении времени, равном 1/2 $T$, где $T$ - период полураспада, за те же 10 с? Считать $T >> 10$ с.
2. Период полураспада фосфора $^{32}$P равен 16 суток. Найти активность препарата $^{32}$P через 30 суток, если начальная активность 141 мкКюри. Ответ дать в кБк.
3. Найти активность радиоактивного изотопа натрия $^{24}$Na, масса которого равна 18 мкг, а период полураспада 11 часов. Ответ дать в СИ.
4. Активность некоторого радиоизотопа уменьшается в 9 раз за 19 суток. Найти его период полураспада (в сутках).

Согласована на портале № 408

5. Найти возраст древних деревянных предметов, если удельная активность изотопа углерода С-14 у них составляет 1/8 удельной активности этого же изотопа в только что срубленных деревьях. Период полураспада С-14 равен 5865 лет.
6. Покоившееся ядро радиоактивного элемента (массовое число 172) испустило α-частицу с кинетической энергией 5 МэВ. Какую долю полной энергии, освобождаемой в этом процессе, составляет энергия отдачи дочернего ядра?
7. Свободно покоившееся ядро иридия $^{191}$Ir с энергией возбуждения 106 кэВ перешло в основное состояние, испустив γ-квант. Вычислить относительное изменение энергии γ-кванта, возникающее в результате отдачи ядра.

Список лабораторных работ:

1) Кинематика равноускоренного вращения
2) Динамика маятника Обербека
3) Изучение распределения Максвелла
4) Изучение распределения Больцмана
5) Изучение термодинамических процессов
6) Изучение свойств диэлектриков в поле плоского конденсатора
7) Определение относительной диэлектрической проницаемости твердых диэлектриков
8) Измерение удельного электрического сопротивления металлов
9) Изучение магнитного поля кругового тока
10) Определение удельного заряда электрона методом магнетрона
11) Изучение затухающих электромагнитных колебаний
12) Изучение вынужденных электромагнитных колебаний
13) Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу
14) Изучение интерференции лазерного излучения. Опыт Юнга
15) Изучение дифракции света. (Дифракционная решетка)
16) Изучение зависимости энергетической светимости серого тела от температуры
17) Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна
18) Туннельный эффект в вырожденном p-n – переходе
19) Внутренний фотоэффект.
20) Определение ширины запрещенной зоны полупроводника по температурной зависимости обратного тока диода.

Темы для самостоятельной работы:

1. Кинематика.
2. Динамика поступательного движения.
3. Динамика вращательного движения.
4. Молекулярная физика.
5. Классические статистики.
6. Термодинамика.
7. Электростатика.
8. Постоянный ток.
9. Магнитное поле в вакууме.
10. Магнитное поле в веществе.

Согласована на портале № 408

11. Уравнения Максвелла.
12. Колебания.
13. Волны.
14. Волновая оптика.
15. Атомная физика.
16. Квантовая механика.
17. Квантовые статистики.
18. Радиоактивность. Элементарные частицы.

Список экзаменационных вопросов:

**2 Семестр.**

1. Кинематика. Нормальное и тангенциальное ускорение.
2. Кинематика вращательного движения. Связь между угловыми и линейными ускорениями.
3. Динамика. Законы Ньютона.
4. Движение системы материальных точек.
5. Основное уравнение динамики поступательного движения произвольной системы тел.
6. Силы в механике.
7. Кинетическая энергия.
8. Работа и мощность.
9. Консервативные силы.
10. Потенциальная энергия.
11. Связь между потенциальной энергией и силой.
12. Основное уравнение динамики вращательного движения относительно неподвижной точки.
13. Уравнение динамики вращательного движения относительно неподвижной оси.
14. Момент инерции.
15. Кинетическая энергия вращающегося тела.
16. Работа внешних сил при вращении твёрдого тела.
17. Закон сохранения механической энергии.
18. Удар абсолютно упругих и неупругих тел с точки зрения законов сохранения.
19. Закон сохранения момента импульса.
20. Механика жидкости. Уравнение неразрывности струи.
21. Уравнение Бернулли.
22. Вязкость.
23. Сжимаемость жидкостей и газов.
24. Ламинарное и турбулентное течение.
25. Движение тел в жидкостях и газах.
26. Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции.
27. Центробежная сила инерции.
28. Сила Кориолиса.
29. Принцип относительности Галилея.
30. Релятивистская механика. Преобразования Лоренца.
31. Следствия из преобразований Лоренца. Одновременность событий в разных системах отсчёта.

Согласована на портале № 408

32. Следствия из преобразований Лоренца. Длина тел в разных системах отсчёта.
33. Следствия из преобразований Лоренца. Длительность событий в разных системах отсчёта.
34. Релятивистская кинематика. Сложение скоростей.
35. Релятивистская динамика.
36. Релятивистское выражение для энергии.
37. Взаимосвязь массы и энергии.
38. Понятие об общей теории относительности.
39. Уравнение состояния идеального газа (Уравнение Менделеева-Клапейрона).
40. Давление. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
41. Температура.
42. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Первое начало термодинамики.
43. Скорости газовых молекул. Опыт Штерна.
44. Распределение молекул газа по скоростям. Функция распределения Максвелла.
45. Наиболее вероятная, средняя квадратичная и средняя арифметическая скорости молекул газа.
46. Распределение Максвелла по значениям кинетической энергии.
47. Формула Максвелла для относительных скоростей.
48. Барометрическая формула.
49. Распределение Больцмана.
50. Теплоёмкость газа. Формула Майера.
51. Изохорический процесс.
52. Изобарический процесс.
53. Изотермический процесс.
54. Адиабатический процесс.
55. Политропические процессы.
56. Обратимый цикл Карно.
57. Необратимый цикл Карно.
58. Энтропия.
59. Изменение энтропии при обратимых и необратимых процессах.
60. Второе начало термодинамики.
61. Свободная и связанная энергия. Физический смысл энтропии.
62. Статистический смысл энтропии.
63. Третье начало термодинамики.
64. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
65. Фазовые превращения.
66. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.
67. Взаимодействие электрических зарядов в вакууме. Закон Кулона.
68. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Силовые линии.
69. Принцип суперпозиции электрических полей.
70. Поле диполя.
71. Теорема Остроградского-Гаусса для вектора напряжённости электрического поля.
72. Поле бесконечной однородно заряженной плоскости.
73. Поле двух равномерно заряженных плоскостей.
74. Пондемоторные силы.

Согласована на портале № 408

75. Поле бесконечного заряженного цилиндра.
76. Поле сферической проводящей поверхности.
77. Поле объёмно-заряженного шара.
78. Дифференциальная форма теоремы Гаусса.
79. Потенциал. Работа сил электростатического поля.
80. Энергия взаимодействия системы зарядов.
81. Связь между напряжённостью электростатического поля и потенциалом.
82. Разность потенциалов между точками поля, образованного бесконечной заряженной плоскостью.
83. Разность потенциалов между точками поля, образованного двумя бесконечными заряженными плоскостями.
84. Разность потенциалов между точками поля, образованного бесконечным заряженным длинным цилиндром.
85. Разность потенциалов между точками поля, образованного заряженной пустотелой сферой.
86. Разность потенциалов между точками поля внутри объёмно-заряженного шара.
87. Циркуляция вектора напряжённости электростатического поля.
88. Поляризация диэлектриков.
89. Сегнетоэлектрики.
90. Вектор электрического смещения (электрическая индукция).
91. Поток вектора электрического смещения.
92. Изменение векторов **E** и **D** на границе раздела двух диэлектриков.
93. Распределение электрических зарядов на проводнике.
94. Напряжённость поля вблизи поверхности заряженного проводника.
95. Свойство замкнутой проводящей оболочки.
96. Электроёмкость.
97. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.
98. Энергия заряженного проводника.
99. Энергия заряженного конденсатора.
100. Энергия электрического поля.
101. Постоянный электрический ток. Электрический ток. Плотность тока.
102. Уравнение непрерывности.
103. Электродвижущая сила.
104. Обобщённый закон Ома для неоднородного участка цепи.
105. Разветвлённые цепи. Правила Кирхгофа.
106. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.

**3 Семестр.**

1. Статическое магнитное поле в вакууме. Вектор магнитной индукции.
2. Закон Био-Савара-Лапласа.
3. Магнитное поле прямого тока.
4. Магнитное поле кругового тока.
5. Магнитное поле движущегося заряда.
6. Закон Ампера. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле.
7. Контур с током в магнитном поле.

Согласована на портале № 408

8. Сила Лоренца.
9. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.
10. Эффект Холла.
11. Циркуляция вектора магнитной индукции.
12. Магнитное поле соленоида.
13. Магнитное поле тороида.
14. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.
15. Магнитное поле в веществе. Намагниченность и напряжённость магнитного поля.
16. Магнитные моменты электронов и атомов.
17. Диамагнетизм.
18. Парамагнетизм.
19. Свойство ферромагнитных материалов.
20. Магнитомеханический эффект.
21. Природа спонтанной намагниченности ферромагнетиков.
22. Преломление векторов **E** и **H** на границе раздела двух однородных магнетиков.
23. Явление электромагнитной индукции.
24. Электродвижущая сила (э.д.с.) индукции.
25. Природа явления электромагнитной индукции.
26. Вихревые токи (токи Фуко).
27. Явление самоиндукции.
28. Взаимная индукция.
29. Энергия магнитного поля.
30. Вихревое электрическое поле.
31. Ток смещения.
32. Уравнения Максвелла.
33. Скорость распространения электромагнитного поля.
34. Релятивистская трактовка магнитных явлений.
35. Гармонические колебания и их характеристики.
36. Основное уравнение динамики гармонических колебаний. Гармонический осциллятор.
37. Математический маятник.
38. Физический маятник.
39. Пружинный маятник.
40. Представление колебаний посредством векторных диаграмм (метод векторных диаграмм).
41. Сложение гармонических колебаний направленных вдоль одной прямой.
42. Биения.
43. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
44. Свободные затухающие механические колебания.
45. Характеристики затухающих колебаний.
46. Вынужденные механические колебания.
47. Электрические колебания. Квазистационарные токи.
48. Свободные электромагнитные колебания в контуре без активного сопротивления.
49. Свободные затухающие электрические колебания в контуре.
50. Вынужденные электрические колебания.
51. Распространение волн в упругой среде.

Согласована на портале № 408

52. Уравнения плоской и сферической волн.
53. Групповая скорость.
54. Наложение (интерференция) волн. Стоячие волны.
55. Энергия упругой волны.
56. Звук.
57. Эффект Доплера для звуковых волн.
58. Волновое уравнение.
59. Электромагнитные волны.
60. Оптический эффект Доплера.
61. Энергия электромагнитной волны.
62. Интенсивность электромагнитной волны.
63. Отражение и преломление электромагнитных волн от границы раздела двух однородных диэлектриков.
64. Интерференция света.
65. Ширина полос интерференции.
66. Когерентность.
67. Метод Юнга.
68. Интерференция при отражении при отражении от тонкой прозрачной пластинки.
69. Интерференция от пластинки переменной толщины (клина).
70. Кольца Ньютона.
71. Многолучевая интерференция.
72. Применение интерференции. Интерферометры. Просветление оптики. Интерференционные зеркала и фильтры.
73. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
74. Метод зон Френеля. Зонная пластинка.
75. Графическое вычисление результирующей амплитуды (метод векторных диаграмм или спираль Френеля).
76. Дифракция на круглом отверстии и непрозрачном диске.
77. Дифракция в параллельных лучах (дифракция Фраунгофера).
78. Дифракция от щели.
79. Дифракционная решётка.
80. Спектральное разложение. Разрешающая способность решётки.
81. Дифракция на пространственных решётках. Дифракция рентгеновских лучей.
82. Голография.
83. Естественный и поляризованный свет.
84. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера.
85. Поляризация при двойном лучепреломлении.
86. Закон Малюса.
87. Интерференция поляризованных волн.
88. Искусственное двойное лучепреломление (искусственная анизотропия). Эффект Керра.
89. Вращение плоскости поляризации.
90. Дисперсия света.
91. Элементарная (классическая) теория дисперсии.
92. Поглощение света.
93. Рассеяние света.

Согласована на портале № 408

94. Излучение Вавилова-Черенкова.

**4 Семестр.**

1. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
2. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
3. Формула Планка.
4. Внешний фотоэффект.
5. Фотоны Опыт Боте (метод совпадений).
6. Эффект Комптона.
7. Тормозное рентгеновское излучение.
8. Характеристическое рентгеновское излучение.
9. Давление света.
10. Закономерности в атомных спектрах Формула Бальмера.
11. Принцип неопределённости.
12. Квантовый гармонический осциллятор.
13. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
14. Принцип Паули.
15. Ширина спектральных линий. Тонкая структура спектральных линий.
16. Эффект Зеемана.
17. Молекулярные спектры.
18. Вынужденное излучение. Лазеры.
19. Термодинамический способ описания коллектива частиц. Химический потенциал. Статистический способ описания коллектива частиц.
20. Невырожденные и вырожденные коллективы.
21. Функция распределения.
22. Плотность состояний.
23. Невырожденность идеального газа и вырожденность электронов в металле.
24. Функция распределения для невырожденного газа. Функция распределения Максвелла-Больцмана.
25. Функция распределения для вырожденного газа фермионов. Функция распределения Ферми-Дирака.
26. Влияние температуры на распределение Ферми-Дирака.
27. Функция распределения Бозе-Эйнштейна.
28. Основные виды твёрдых тел.
29. Виды межатомных связей в твёрдых телах.
30. Понятие о теории кристаллической решётки.
31. Дефекты в кристаллах.
32. Понятие о нормальных колебаниях кристаллической решётки. Спектр нормальных колебаний.
33. Характеристическая температура Дебая.
34. Фононы.
35. Теплоёмкость диэлектриков (теория Дебая).
36. Теплоёмкость электронного газа (теплоёмкость металлов).
37. Тепловое расширение твёрдых тел.

Согласована на портале № 408

38. Теплопроводность решётки (диэлектриков). Теплопроводность металлов. Закон Видемана-Франца.
39. Расщепление энергетических уровней и возникновение зон при образовании кристаллической решётки.
40. Деление твёрдых тел на металлы, полупроводники и изоляторы с точки зрения зонной теории.
41. Динамика электронов в кристаллической решётке. Эффективная масса электрона.
42. Электропроводность металлов.
43. Сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников.
44. Природа сверхпроводимости. Основные положения теории БКШ.
45. Эффекты Джозефсона.
46. Собственная проводимость полупроводников.
47. Примесная проводимость полупроводников.
48. Фотопроводимость (внутренний фотоэффект).
49. Работа выхода электронов. Термоэлектронная эмиссия.
50. Контактная разность потенциалов.
51. Термоэлектрические явления.
52. ***p-n***-переход.
53. Туннельный диод (диод Эсаки).
54. Транзистор.
55. Атомное ядро. Состав ядра. Характеристики атомного ядра.Размеры. Спин ядра.
56. Масса и энергия связи ядер.
57. Модели атомного ядра.
58. Ядерные силы.
59. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Активность.
60. $\alpha$-распад ядер.
61. $\beta$-распад ядер.
62. $\gamma$-распад ядер.
63. Эффект Мёссбауэра.
64. Ядерные реакции.
65. Деление ядер.
66. Термоядерные реакции.
67. Термоядерные реакции на звёздах.
68. Элементарные частицы. Свойства и типы элементарных частиц.
69. Характеристики взаимодействий элементарных частиц (гравитационное, электромагнитное, сильное, слабое).
70. Кварковая модель строения адронов.

## 4 Методические материалы

Согласно пункту 12.1 рабочей программы.

**1. Основная литература:**

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие для втузов: В 3 т. – 7-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2007.

**Т. 1:** Механика. Молекулярная физика. – 432 с. (В библиотеке – 155 экз.).

Согласована на портале № 408

**Т. 2:** Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 496 с. (В библиотеке – 148 экз.).

**Т. 3:** Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 317 с. (В библиотеке – 151 экз.).

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов в 5 т. – М.: Физматлит, 2005-2006.

**Т. 1:** Механика. – 5-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 560 с. (В библиотеке – 101 экз.).

**Т. 2:** Термодинамика и молекулярная физика. – 5-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2006. – 543 с. (В библиотеке – 100 экз.).

**Т. 3:** Электричество. – 5-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 654 с. (В библиотеке – 100 экз.).

**Т. 4:** Оптика. – 3-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2005. – 791 с. (В библиотеке – 101 экз.).

**Т. 5:** Атомная и ядерная физика. – 3-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 782 с. (В библиотеке – 100 экз.).

3. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2007.

**Т. 1:** Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 7-е изд. – 352 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=505.

**Т. 2:** Электричество и магнетизм. – 7-е изд. – 352 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=151 с компьютеров ТУСУР.

**Т. 3:** Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц. – 6-е изд. – 512 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=508.

Согласно пункту 12.2 рабочей программы.

**2. Дополнительная литература:**

1. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. [Электронный ресурс] – 5-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 292 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71766 с компьютеров ТУСУР.

2. Иродов И.Е. Механика. Основные законы. – 8-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 309 с. (В библиотеке – 99 экз.).

3. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. – 3-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 207 с. (В библиотеке – 50 экз.).

4. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: Учебное пособие для вузов. – 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 319 с. (В библиотеке – 101 экз.).

5. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: учебное пособие. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 263 с. (В библиотеке – 100 экз.).

6. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 256 с. (В библиотеке – 100 экз.).

7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие для вузов. – 7-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 431 с. (В библиотеке – 496 экз.).

8. Чертов А.Г., Воробьёв А.А. Задачник по физике: Учебное пособие для втузов. – 8-е изд., перераб. и доп.– М.: Физматлит, 2007. – 640 с. (В библиотеке – 99 экз.).

9. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: Учебное пособие для втузов. – 12-е изд., испр. – М.: Наука, 1990. – 396 с. (В библиотеке – 148 экз.).

10. Козырев А. В. Курс лекций по физике: Учебник. – Томск: ТУСУР, 2007. – 421 с. (В библиотеке – 697 экз.).

Согласована на портале № 408

11. Калашников Н.П., Кожевников Н.М. Физика. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] – 1-е изд. – СПб.: Лань, 2009. – 160 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=172 с компьютеров ТУСУР.

12. Лозовский В.Н. Курс физики. В 2-х тт. [Электронный ресурс] – 6-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2009.

**Т. 1:** Физические основы механики. Электричество и магнетизм. Физика колебаний и волн. – 576 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=236.

**Т. 2:** Квантовая физика. Статистическая физика и термодинамика. Современная физическая картина мира. – 608 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=239 с компьютеров ТУСУР.

13. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2011.

**Т. 1:** Механика. Молекулярная физика. – 11-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2011. – 432 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2038.

**Т. 2:** Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 11-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2011. – 496 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2039.

**Т. 3:** Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 10-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2011. – 320 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2040.

14. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2009.

**Т. 1:** Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 13-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 480 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=416 с компьютеров ТУСУР.

**Т. 2:** Электрические и электромагнетические явления. – 12-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 528 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=418 с компьютеров ТУСУР.

**Т. 3:** Оптика. Атомная физика. – 10-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 656 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=419.

Согласно пункту 12.3 рабочей программы.

### 3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

***1. Учебно-методические пособия для практических занятий и самостоятельной работы*** [Электронный ресурс]:

2.1. Чужков Ю.П. Работа и энергия. Законы сохранения в механике: сборник задач для практических занятий. – Томск: ТУСУР, 2010. – 24 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1100.

2.2. Лячин А.В., Магазинников А.Л., Троян Л.А. Молекулярная физика: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2009. 30 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1234.

2.3. Лячин А.В., Магазинников А.Л., Орловская Л.В. Термодинамика. Часть 1: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2009. 43 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1235.

2.4. Галеева А.И., Лячин А.В., Магазинников А.Л. Термодинамика. Часть 2: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2010. 22 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1236.

Согласована на портале № 408

2.5. Бурачевский Ю.А. Волновая оптика: Методическое пособие. Сборник тестовых вопросов. – 2009. 24 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1233.

2.6. Чужков Ю.П. Элементы атомной физики и квантовой механики: Учебно-методическое пособие. Сборник тестовых вопросов. – Томск: ТУСУР, 2011. – 68 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1104.

Согласно пункту 12.3.3 рабочей программы.

***2. Учебно-методические пособия для выполнения лабораторных работ*** [Электронный ресурс]:

3.1. Бурдовицин В.А., Троян Л.А. Динамика маятника Обербека: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 13 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/918.

3.2. Галеева А.И., Иванова Е. В. Изучение электростатического поля: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 11 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/926.

3.3. Иванова Е. В. Изучение магнитного поля кругового тока: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 12 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/863.

3.4. Бурачевский Ю.А. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 14 с. Режим доступа для студентов, сотрудников ТУСУР: http://edu.tusur.ru/training/publications/864

3.5. Бурдовицин В.А., Троян Л.А. Изучение затухающих электромагнитных колебаний: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 14 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/862.

3.6. Орловская Л.В. Изучение интерференции лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе. – 2010. 9 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/911.

3.7. Федоров М. В., Бурдовицин В. А. Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна: Методические указания к лабораторной работе. – 2009. 11 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/851.

3.8. Захаров Н.А., Кириллов А.М. Исследование спектра атома водорода: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 18 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/917.

Согласована на портале № 408