ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| Оглавление …………………………………………………….. | 3 |
| Введение………………………………………………………………. | 4 |
| 1. Цель выполнения РГР………………………………………….. | 6 |
| 2. Основные задачи выполнения РГР …………………………… | 7 |
| 3. Содержание и оформление РГР ……………………………….. | 7 |
| 4. Методические указания к выполнению основных разделов РГЗ……………………………………………………………… | 8 |
| 4.1. Введение в РГР …………………………………………….... | 9 |
| 4.2.Цели и задачи РГР …………………………………............... | 9 |
| 4.3. Описание физического эффекта, лежащего в основе  работы прибора ……………………………………………… | 10 |
| 4.4.Характеристика физической величины и ее единицы, определение размерности ………………………………………….. | 10 |
| 4.5. Характеристика эталона единицы физической  величины………………………………………………………… | 11 |
| 4.6. Описание прибора для измерения заданной физической величины ………………………………………………………. | 11 |
| 4.7.Графическая часть ……………………………………………. | 12 |
| Приложение 1. Исходные данные для определения размерности физической величины…………………………………  Приложение 2.Список физических эффектов………………… | 13  14 |
| Библиографический список | 24 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Дисциплина «Физические основы измерений и эталоны» (ФОИЭ) относится к базовой части профессионального цикла дисциплин (Б 3.Б.07) учебного плана подготовки бакалавров по направлению 221700.62 − «**Стандартизация и сертификация**» профиля «Метрология, стандартизация и сертификация». Целью изучения дисциплины является подготовка студентов к производственно-технической деятельности, связанной с процессом стандартизации и сертификации.

Расчетно-графическая работа по ФОИЭ обеспечивает углубленное изучение физических основ как теоретической, так и прикладной метрологии. Выполнение РГР способствует приобретению профессиональных компетенций:

* выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю;
* использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством продукции;
* определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов;
* устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля;
* разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений.

Полученные знания могут оказать неоценимую помощь при приобретении машиностроительных специальностей, особенно в настоящее время, когда возникает насущная проблема оценки производственных рисков, замены морально устаревшей материальной базы метрологического обеспечения производства и повышения точности измерений.

Знание физических основ измерений позволяет создавать новые средства измерений и совершенствовать существующую базу измерительных средств, методики и принципы выполнения измерений, эталонную базу для обеспечения единства измерений.

Принцип измерений представляет собой использование физического явления или эффекта, положенных в основу измерений тем или иным типом средств измерений. Примерами служат, например, применение эффекта Доплера для измерения скорости, Холла для измерения индукции магнитного поля, использование силы тяжести при измерении массы взвешиванием и др.

Для обеспечения единства измерений необходима тожде­ственность единиц, в которых проградуированы все средства изме­рений одной и той же физической величины. Единство измерений достигается путем точного воспроизведе­ния и хранения установленных единиц физических величин и пе­редачи их размеров применяемым средствам измерений. Размеры единиц воспроизводятся, хранятся и передаются с по­мощью эталонов. Высшим звеном в метрологической цепи передачи размеров единиц измерений к рабочим средствам измерений являются государственные эталоны.

Система единиц физических величин (ФВ) была принята в последний раз в 1960 г, Международной конференцией по мерам и весам. Эталоны предназначены для хранения и воспроизведения размера единицы ФВ и передачи этого размера рабочим средствам измерения с помощью поверочной схемы.

Государственный стандарт ГОСТ 8.057–80 «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения» дает классификацию, назначение и общие требования к эталонам ФВ. Все эталоны, за исключением килограмма, привязаны к фундаментальным, неизменным величинам, например, скорости света или гравитационной постоянной.

Поверочная схема представляет собой не просто графо-текстовую схему, а нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерения и ступенчатую последовательность передачи размера единицы ФВ от эталона к рабочим средствам измерения с указанием методов и погрешности измерения. Основные положения о поверочных схемах приведены в ГОСТ 8.061 –80 «ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение».

Наивысшая точность современных методов и средств измерений физических величин основывается на достижениях квантовой физики и ее раздела – квантовой метрологии. Повышение точности измерений постепенно происходило по мере перехода от использования категорий макромира к характеристикам микромира, основными из которых являются частота и фаза колебаний его элементов (электронов, элементарных частиц и других образований). Как известно, в настоящее время практически все страны мира пользуются для измерения системой СИ (SI, от французского Systeme International d’Unites). Согласно основным положениям этой системы, существует семь базовых физических величин (в скобках даны единицы измерения): длина (метр), масса (килограмм), время (секунда), сила тока (ампер), температура (кельвин), сила света (кандела), количество вещества (моль). Все остальные физические величины могут быть получены из семи базовых путем умножения, деления и возведения в степень, например, ньютон (единица измерения силы) равен кг·м/с2.

1. **ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РГР**

Расчетно-графическая работа (РГР) – это самостоятельное выполнение задания студентом, одна из форм его самостоятельной работы, которая предусмотрена образовательной программой по направлению подготовки бакалавров 221700.62. Выполняя РГР, студент совершенствует знания и умения, полученные в процессе изучения дисциплины “Физические основы измерений и эталоны”, а именно: определять цель, выделять задачи, формулировать проблемы и находить способы их решения в области теоретических и практических задач метрологического обеспечения измерений на всех этапах жизненного цикла продукции. Работая над РГР студент получает умения и навыки, которые будут полезными в будущем – при выполнении более сложных задач (выпускная квалификационная работа, диссертация, научное исследование и др).

В результате написания РГР студент приобретает такие умения, как:

* систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических умений студента;
* приобретение опыта работы с литературой и другими источниками информации, умение обобщать и анализировать текущую информацию, вырабатывать собственное отношение к проблеме;
* выработка умения применять информационные и компьютерные технологии для решения прикладных задач в области метрологии;
* развитие навыков овладения специализированным программным обеспечением в области 3–D моделирования;
* проведение глубокого анализа результатов собственных решений и формирование содержательных выводов относительно качества полученных результатов.

Выполнение расчетно-графической работы является завершающим этапом изучения дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» и базируется на знаниях, полученных при изучении данной дисциплины и др.

Целью выполнения данной РГР является подготовка студентов к производственно-технической деятельности, связанной с осуществлением процессов метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации, освоение измерительных процедур, выбор измерительных средств, использование поверочных схем при метрологическом обеспечении производства изделий, обработка результатов измерений на основе заданных массивов данных.

Методические указания содержат общие рекомендации по выполнению РГР, порядок выполнения основных разделов РГР, требования к оформлению графической части и пояснительной записки, выполнение необходимых расчетов

1. **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ РГР**

После изучения дисциплины студент должен знать и уметь:

* принципы построения современной эталонной базы;
* принципы и методы измерений;
* основные современные представления о физической картине мира.
* современную классификацию измерений;
* сущность физических явлений, положенные в основу создания эталонной базы;
* методы теории подобия и анализа размерностей.

После изучения дисциплины студент должен уметь:

* проводить выбор измерительных приборов для измерения основных физических величин;
* проводить измерения основных физических величин.

1. **СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РГР**

Расчетно-графическая работа содержит расчетно-пояснительную записку, и графическую часть.

Объем расчетно-пояснительной записки должен составлять 10 – 15 страниц текста. Записка включает титульный лист, содержание, список использованных источников и список использованных стандартов.

Текст пояснительной записки выполняется на листах формата А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104-68.

Требования к оформлению графической части и расчетно-пояснительной записки изложены в «Методических указаниях к оформлению материалов при выполнении курсовых проектов (работ) и выпускной квалификационной работы для студентов специальности 072000 (200503)» (сост. А. М. Степанов. Н. А. Митякина. Е. С. Гунько. – Белгород: Изд– во БелГТАСМ. 2001. - 22 с). Пояснительная записка должна включать следующие основные разделы (табл.1). Графическая часть работы включает два листа формата А4.

*Таблица 1*

**Основные разделы пояснительной записки**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  пп | Название раздела | Примерный объем |
|  | Введение | 0,5 |
|  | Цели и задачи РГР. Актуальность измерения заданной физической величины (дополнить основными положениями Федерального закона «О единстве измерений»). | 1 |
|  | Описание физического эффекта(ов), лежащего(их) в основе работы прибора по индивидуальному заданию. | 2 и более |
|  | Характеристика физической величины и ее единицы, определение размерности. | 1 и более |
|  | Характеристика эталона единицы физической величины | 1 и более |
|  | Описание прибора для измерения физической величины и принципа его действия. Конструктивные расчеты. | 2 и более |
|  | Графическая часть.  Схема прибора (формат А4). | 1–2 |
|  | Выводы и список использованной литературы | 1 |
|  | Оглавление. | 1 |

**4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ**

**ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ РГР**

Расчетно-графическая работа выполняется по теме «Измерение физической величины и воспроизведение ее единицы эталоном» в соответствии с индивидуальным заданием.

Индивидуальное задание включает название процедуры измерения конкретным прибором физической величины из их большого разнообразия (основных и производных) в табл. 2. Номер индивидуального задания выбирается или по номеру в журнале преподавателя или по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Если номер зачетной книжки более 31, то выбор делают по разнице номера и числа 31. Например, номер 76. Вычитаем 31 столько раз до тех пор, пока остаток будет меньше 31. То есть, 76 – 31 – 31 = 14.

*Таблица* *2*

**Измерение величин приборами**

|  |  |
| --- | --- |
| № п/п | Наименование темы |
| 1 | 2 |
| 1 | Измерение химического состава хроматографами. |
| 2 | Измерение газового состава спектроскопами. |
| 3 | Измерение временной зависимости температуры с помощью дифференциального термического анализа. |

*Продолжение таблицы 2*

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
| 4 | Измерение плотности по перепаду давления. |
| 5 | Измерение линейных величин пневматическими средствами. |
| 6 | Измерение линейных величин электрическими средствами. |
| 7 | Измерение линейных величин оптическими средствами. |
| 8 | Измерение силы амперметрами. |
| 9 | Измерение расхода потока по перепаду давления. |
| 10 | Измерение ультразвуковыми расходомерами. |
| 11 | Измерение магнитогидродинамическими расходомерами. |
| 12 | Измерение колебательными расходомерами. |
| 13 | Измерение мгновенной скорости потока по перепаду давления. |
| 14 | Измерение уровня жидкости электрическими средствами. |
| 15 | Измерение уровня жидкости ультразвуковыми методами. |
| 16 | Измерение уровня жидкости радиационными методами. |
| 17 | Измерение давления диафрагмами. |
| 18 | Измерение давления капсулами и сифонами. |
| 19 | Измерение давления трубками Бурдона. |
| 20 | Измерение излучения газовыми детекторами. |
| 21 | Измерение излучения сцинтилляционными счетчиками. |
| 22 | Измерение излучения фоторегистрационными и термолюминесцентными средствами. |
| 23 | Измерение напряжений и деформаций тензометрами. |
| 24 | Измерение температуры жидкостными термометрами. |
| 25 | Измерение температуры термопарами. |
| 26 | Измерение температуры пирометрами. |
| 27 | Измерение вакуума. |
| 28 | Измерение механических сил упругими средствами. |
| 29 | Измерение мостами постоянного тока. |
| 30 | Измерение потенциометрическими мостами. |
| 31 | Измерение электрического напряжения вольтметрами |

**4.1.Введение в РГР**

Здесь следует обобщенно представить значение дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» в формировании знаний и умений бакалавра. В соответствии с рабочей программой следует раскрыть компетентности, обусловленные изучением данной дисциплины.

**4.2.Цели и задачи РГР**

Раздел следует раскрывать применительно к индивидуальному заданию. Здесь необходимо подчеркнуть актуальность дисциплины, процедуры измерения заданной физической величины. Дополнить положениями закона РФ о единстве измерений.

**4.3. Описание физического эффекта, лежащего в основе**

**работы прибора**

В настоящее время в науке и технике используется свыше 3000 физико-технических эффектов. Естественнонаучных эффектов насчитывается свыше 10000. Следует внимательно изучить работу и строение прибора, выбранного по индивидуальному заданию и определить природу используемого физико-технического эффекта. Рекомендуется использовать список эффектов, данных в приложении 2, справочники из списка литературы и информацию из Интернет-ресурсов.

**4.4. Характеристика физической величины и ее единицы,**

**определение размерности**

В этом разделе охарактеризовать физическую величину как производную или основную. Дать уравнение связи (определяющее уравнение) для рассматриваемой физической величины, привести ее размерность. Дать примеры использования и измерения физической величины. Описать используемую единицу физической величины в качестве меры. В работе можно использовать данные табл. 3.

*Таблица 3*

**К характеристике физической величины**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Название физической величины | Название единицы | Обозначение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Силы тока | ампер | А |
| 2 | Электрического напряжения | вольт | В |
| 3 | Параметров потока (массовый расход) | кубический метр | м3 |
| 4 | Скорости потока | Метр в секунду | м/с |
| 5 | Давления газовой среды | паскаль | Па |
| 6 | Давления жидкой среды | паскаль | Па |
| 7 | Напряжений в твердой среде | паскаль | Па |
| 8 | Вакуума | паскаль | Па |
| 9 | Температуры среды термометрами | кельвин | К |
| 10 | Линейных перемещений пневматическими и электрическими методами | миллиметр | мм |
| 11 | Линейных перемещений механическими и оптическими методами | миллиметр | мм |
| 12 | Плотности газовой и жидкой сред | Килограмм на метр кубический | кг/м3 |
| 13 | Расхода тепловой энергии на производстве | джоуль | Дж |
| 14 | Температуры термопарами | кельвин | К |
| 15 | Температуры пирометрами | кельвин | К |
| 16 | Электрической мощности | ватт | Вт |

*Продолжение таблицы 3*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 17 | Количества электричества | кулон | | Кл |
| 18 | Водородного показателя (рН) водных растворов. | – | | рН |
| 19 | Влажности газообразных и твердых сред | – | | % |
| 20 | Уровня жидкости по давлению и параметрам электрического тока | метр | | м |
| 21 | Уровня жидкости физико-механическими и термическими способами | метр | | м |
| 22 | Параметров ионизирующих излучений | грей  зиверт | | Гр  Зв |
| 23 | Массы методом взвешивания | килограмм | кг | |
| 24 | Параметров лазерного излучения | Ватт на квадратный метр | вт/м2 | |
| 25 | Магнитной индукции | тесла | Тл | |
| 26 | Напряженности магнитного поля | Ампер на метр квадратный | А/м2 | |
| 27 | Параметров качества металлических поверхностей (шероховатости) | Высотные показатели | мкм (*Ra, Rz*) | |
| 28 | Химического состава (хроматография, электрохимический анализ) | – | Масс, % | |

В дополнение к выполненному разделу необходимо произвести определение размерности физической величины, относящейся к теплоте или радиоизлучению в соответствии с исходными данными в приложении 1.

**4.5. Характеристика эталона единицы**

**физической величины**

Необходимо ознакомиться с содержанием Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» от 27 апреля 1993 г. № 184–ФЗ. Применительно к индивидуальному заданию охарактеризовать содержание единицы физической величины и устройство ее эталона. Использовать основные положения государственного стандарта, относящегося к конкретному эталону. Дать характеристику видов эталонов. Использовать положения ГОСТ 8.057–80 «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения» и ГОСТ 8.417–82 «ГСИ. Единицы физических величин». Привести характеристики эталона: воспроизводимость, сличаемость, сохранение и другие показатели. Описать применение физических эффектов в применяемом эталоне, его особенности и специфику.

**4.6. Описание прибора**

Дается описание всех конструктивных частей прибора с поясняющими схемами: корпуса, шкалы, стрелочного и передаточного механизма. Приводится порядок снятия отсчета по шкале. Даются возможные варианты используемых средств измерения. На основе данных справочника по приборостроению приводится расчет какого-либо элемента прибора: трубки Бурдона манометра, диафрагмы расходомера, передаточного механизма рычажной скобы и др. Приводятся паспортные метрологические характеристики.

**4.7. Графическая часть**

На формате А4 дать схему устройства прибора с использованием положений стандартов ЕСКД.

**Приложение 1**

Исходные данные для определения размерности физической

величины

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование физической  величины | Единица | |
| Наименование | Обозначение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Температурный градиент | кельвин на метр | К/м |
| 2 | Теплота, количество теплоты | джоуль | Дж |
| 3 | Тепловой поток | ватт | Вт |
| 4 | Поверхностная плотность теплового потока | ватт на квадратный метр | Вт/ м2 |
| 5 | Теплопроводность | ватт на метр-кельвин | Вт/(м∙К) |
| 6 | Коэффициент теплообмена, коэффициент теплопередачи | ватт на квадратный метр-кельвин | Вт/(м2∙К) |
| 7 | Температуропроводность | квадратный метр на секунду | м2/с |
| 8 | Теплоемкость | джоуль на кельвин | Дж/К |
| 9 | Удельная теплоемкость, удельная газовая постоянная | джоуль на килограмм-кельвин | Дж/(кг∙К) |
| 10 | Энтропия | джоуль на кельвин | Дж/К |
| 11 | Удельная энтропия | джоуль на килограмм-кельвин | Дж/(кг∙К) |
| 12 | Удельное количество теплоты | джоуль на килограмм | Дж/кг |
| 13 | Энергия ионизирующего излучения | джоуль | Дж |
| 14 | Поток энергии ионизирующего излучения | ватт | Вт |
| 15 | Поглощенная доза излучения | грей | Гр |
| 16 | Мощность дозы излучения | ватт на килограмм | Вт/кг |
| 17 | Интенсивность излучения | ватт на квадратный метр | Вт/м2 |
| 18 | Плотность потока ионизирующих частиц | секунда в минус первой степени-метр в минус второй степени | с-1∙м-2 |
| 19 | Керма, поглощенная доза излучения | джоуль на килограмм | Дж/кг |
| 20 | Мощность кермы | ватт на килограмм | Вт/кг |
| 21 | Перенос энергии | джоуль на квадратный метр | Дж/ м2 |
| 22 | Экспозиционная доза фотонного излучения | кулон на килограмм | Кл/кг |
| 23 | Мощность экспозиционной дозы фотонного излучения | ампер на килограмм | А/кг |
| 24 | Период полураспада | секунда | с |
| 25 | Массовый коэффициент ослабления | квадратный метр на килограмм | м2/кг |

**Приложение 2**

Список физических эффектов

**1. Механические эффекты**

1.1. Силы инерции.

1.1.1. Инерционное напряжение.

1.1.2. Центробежные силы.

1.1.3. Момент инерции.

1.1.4. Гироскопический эффект.

1.2. Гравитация.

1.3. Трение.

1.3.1. Явление аномально низкого трения.

1.3.2. Эффект безизносности.

1.3.3. Эффект Джонсона-Рабека.

**2. Деформация.**

2.1. Общая характеристика.

2.1.1. Связь электропроводности с деформацией.

2.1.2. Электропластический эффект.

2.1.3. Фотопластический эффект.

2.1.4. Эффект Баушингера.

2.1.5. Эффект Пойнтинга.

2.2. Передача энергии при ударах. Эффект

Ю.Александрова.

2.3. Эффект радиационного распухания.

2.4. Сплавы с памятью.

**3. Молекулярные явления.**

3.1. Тепловое расширение вещества.

3.1.1. Сила теплового расширения.

3.1.2. Получение высокого давления.

3.1.3. Разность эффекта.

3.1.4. Точность теплового расширения.

3.2. Фазовые переходы. Агрегатное состояние вещества.

3.2.1. Эффект сверхпластичности.

3.2.2. Изменение плотности и модуля упругости при фазовых переходах.

373. Поверхностные явления. Капиллярность.

3.3.1. Поверхностная энергия.

3.3.2. Смачивание.

3.3.3. Автофобность.

3.3.4. Капиллярное давление, испарение и конденсация

3.3.5. Эффект капиллярного подъема.

3.3.6. Ультразвуковой капиллярный эффект.

3.3.7. Термокапиллярный эффект.

3.3.8. Электрокапиллярный эффект.

3.3.9. Капиллярный полупроводник.

3.4. Сорбция.

3.4.1. Капиллярная конденсация.

3.4.2. Фотоадсорбционный эффект.

3.4.3. Влияние электрического поля на адсорбцию.

3.4.4. Адсорболюминесценция.

3.4.5. Радикально-рекомбинационная люминесценция.

3.4.6. Адсорбционная эмиссия.

3.4.7. Влияние адсорбции на электропроводность полупроводников.

3.5. Диффузия.

3.5.1. Эффект люфора.

3.6. Осмос.

3.6.1. Электроосмос.

3.6.2. Обратный осмос.

3.7. Тепломассообмен.

3.7.1. Тепловые трубы.

3.8. Молекулярные цеолитовые сита.

3.8.1. Цветовые эффекты в неолитах.

**4. ГИДРОСТАТИКА. ГИДРО-АЭРОДИНАМИКА.**

4.1.1. Закон Архимеда.

4.1.2. Закон Паскаля.

4.2. Течение жидкости и газа.

4.2.1. Ламинарность и турбулентность.

4.2.2. Закон Бернулли.

4.2.3. Вязкость.

4.2.4. Вязкоэлектрический эффект.

4.3. Явление сверхтекучести.

4.3.1. Сверхтеплопроводность.

4.3.2. Термомеханический эффект.

4.3.3. Механокалорический эффект.

4.3.4. Перенос по пленке.

4.4.2. Скачок уплотнения.

4.4.3. Эффект Коанда.

4.4.4. Эффект воронки.

4.5. Эффект Магнуса.

4.6. Дросселирование жидкостей и газов.

4.6.1. Эффект Джоуля-Томсона.

4.7. Гидравлические удары.

4.7.1. Электрогидравлический удар.

4.7.2. Светогидравлический удар.

4.8. Квитанция.

4.8.1. Гидродинамическая квитанция.

4.8.2. Акустическая квитанция.

4.8.3. Сонолюминесценция.

**5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.**

5.1. Механические колебания.

5.1.1. Свободные колебания.

5.1.2. Вынужденные колебания.

5.1.3. Явление резонанса.

5.1.4. Автоколебания.

5.2. Акустика.

5.2.1. Явление реверберации.

5.3. Ультразвук.

5.3.1. Пластическая деформация и упрочнение.

5.3.2. Влияние ультразвука на физико-химические свойства металлических расплавов:

5.3.2.1. на вязкость

5.3.2.2. на поверхностное натяжение

5.3.2.3. на теплообмен

5.3.2.4. на диффузию

5.3.2.5. на растворимость металлов и сплавов

5.3.2.6. на модифицирование сплавов

5.3.2.7. на дегазацию расплавов.

5.3.3. Ультразвуковой капиллярный эффект.

5.3.4. Некоторые возможности использования ультразвука.

5.3.5. Акустомагнетоэлектрический эффект.

5.4. Волновое движение.

5.4.1. Стоячие волны.

5.4.2. Эффект Допплера-Физо.

5.4.3. Поляризация.

5.4.4. Дифракция.

5.4.5. Интерференция.

5.4.6. Голография.

**6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.**

6.1. Взаимодействие тел.

6.1.1. Закон Кулона.

6.2. Индуцированные заряды.

6.3. Втягивание диэлектрика в конденсатор.

6.4. Закон Джоуля-Ленца.

6.5. Проводимость металлов.

6.5.1. Влияние фазовых переходов.

6.5.2. Влияние высоких давлений.

6.5.3. Влияние состава.

6.6. Сверхпроводимость.

6.6.1. Критические значения параметров.

6.7. Электромагнитное поле.

6.7.1. Магнитная индукция. Сила Лоренца.

6.7.2. Движение зарядов в магнитном поле.

6.8. Проводник с током в магнитном поле.

6.8.1. Взаимодействие проводников с током.

6.9. Электродвижущая сила индукции.

6.9.1. Взаимная индукция.

6.9.2. Самоиндукция.

6.10. Индукционные токи.

6.10.1. Токи Фуко.

6.10.2. Механическое действие токов Фуко.

6.10.3. Магнитное поле вихревых токов. Эффект Мейснера.

6.10.4. Подвеска в магнитном поле.

6.10.5. Поверхностный эффект.

6.11. Электромагнитные волны.

6.11.1. Излучение движущегося заряда.

6.11.2. Эффект Вавилова-Черенкова.

6.11.3. Бетатронное излучение.

**7. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙТВА ВЕЩЕСТВА.**

7.1.1. Изоляторы и полупроводники.

7.1.2. Сопротивление электрическому току.

7.1.3. Тепловые потери.

7.2. Диэлектрическая проницаемость.

7.2.1. Частотная зависимость.

7.3. Пробой диэлектриков.

7.4. Электромеханические эффекты в диэлектриках.

7.4.1. Электрострикция.

7.4.2. Пьезоэлектрический эффект.

7.4.3. Обратный пьеэоэффект.

7.5. Пироэлектрики.

7.5.2. Сегнетоэлектрики.

7.5.3. Сегнетоэлектрическая температура Кюри.

7.5.4. Антисегнетоэлектрики.

7.5.5. Сегнетоферромагнетики.

7.5.6. Магнитоэлектрический эффект.

7.6. Влияние электрического поля и механических напряжений

на сегнетоэлектрический эффект.

7.6.1. Сдвиг температуры Кюри.

7.6.2. Аномалии свойств при фазовых переходах.

7.6.3. Пироэффект в сегнетоэлектриках.

7.7. Электреты.

**8. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА.**

8.1. Магнетики.

8.1.1. Диамагнетики.

8.1.2. Парамагнетики.

8.1.3. Ферромагнетизм.

8.1.3.1. Точка Кюри.

8.1.4. Антиферромагнетики.

8.1.4.1. Точка Нееля.

8.1.5. Температурный магнитный гистерезис.

8.1.6. Ферромагнетизм.

8.1.7. Супермарамагнетизм.

8.1.8. Пьезомагнетики.

8.1.9. Магнитоэлектрики.

8.2. Магнетокалорический эффект.

8.3. Магнитострикция.

8.3.1. Термострикция.

8.4. Магнитоэлектрический эффект.

8.5. Гиромагнитные явления.

8.6. Магнитоакустический эффект.

8.7. Ферромагнитный резонанс.

8.8. Аномалии свойств при фазовых переходах.

8.8.1. Эффекты Гипокинса и Баркгаузена.

**9. КОНТАКТНЫЕ, ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭМИССИОННЫЕ**

**ЯВЛЕНИЯ.**

9.1. Контактная разность потенциалов.

9.1.1. Трибоэлектричество.

9.1.2. Вентильный эффект.

9.2. Термоэлектрические явления.

9.2.1. Эффект Зеебека.

9.2.2. Эффект Пельтье.

9.2.3. Явление Томсона.

9.3. Электронная эмиссия.

9.3.1. Автоэлектронная эмиссия.

9.3.2. Эффект Мольтере.

9.3.3. Туннельный эффект.

**10. ГАЛЬВАНО- И ТЕРМОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.**

10.1.1. Гальваномагнитные явления.

10.1.2. Эффект Холла.

10.1.3. Эффект Этиингсгаузена.

10.1.4. Магнитоопротивление.

10.1.5. Эффект Томсона.

10.2. Термомагнитные явления.

10.2.1. Эффект Нернста.

10.2.2. Эффект Риги-Ледюка.

10.2.3. Продольные эффекты.

10.2.4. Электронный фототермомагнитный эффект.

**11. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗРЯДЫ В ГАЗАХ.**

11.1. Факторы, влияющие на газовый разряд.

11.1.1. Потенциал ионизации.

11.1.2. Фотоионизация атомов.

11.1.3. Поверхностная ионизация.

11.1.4. Применение ионизации.

11.2. Высокочастотный торроидальный разряд.

11.3. Роль среды и электродов.

11.4. Тлеющий разряд.

11.5. Страты.

11.6. Коронный разряд.

11.7. Дуговой разряд.

11.8. Искровой разряд.

11.9. Факельный разряд.

11.10. "Стекание" зарядов с острия.

**12. ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ.**

12.1. Электроосмос.

12.2. Обратный эффект.

12.3. Электрофорез.

12.4. Обратный эффект.

12.5. Электрокапиллярные явления.

**13. СВЕТ И ВЕЩЕСТВО.**

13.1. Свет.

13.1.1. Световое давление.

13.2. Отражение и преломление света.

13.2.1. Полное внутреннее отражение.

13.3. Поглощение и рассеяние.

13.4. Испускание и поглощение.

13.4.1. Оптико-акустический эффект.

13.4.2. Спектральный анализ.

13.4.3. Спектры испускания.

13.4.4. Вынужденное излучение.

13.4.5. Инверсия населенности.

13.4.6. Лазеры и их применение.

**14. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ.**

14.1. Фотоэлектрические явления.

14.1.1. Фотоэффект.

14.1.2. Эффект Дембера.

14.1.3. Фотопьезоэлектрический эффект.

14.1.4. Фотомагнитный эффект.

14.2. Фотохимические явления.

14.2.1. Фотохромный эффект.

14.2.2. Фотоферроэлектрический эффект.

**15. ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ.**

15.1. Люминесценция, возбуждаемая электромагнитным излучением.

15.1.1. Фотолюминесценция.

15.1.2. Антистоксовские.

15.1.3. Рентгенолюминесценция.

15.2. Люминесценция, возбуждаемая корпускулярным излучением.

15.2.1. Катодолюминесценция.

15.2.2. Ионолюминесценция.

15.2.3. Радиолюминесценция.

15.3. Электролюминесценция.

15.3.1. Инжекционная люминесценция.

15.4. Хемилюминесценция.

15.4.1. Радикалолюминесценция.

15.4.2. Кандолюминесценция.

15.5. Механолюминесценция.

15.6. Радиотермолюминесценция.

15.7. Стимуляция люминесценции.

15.8. Тушение люминесценции.

15.9. Поляризация люминесценции.

**16. АНИЗОТРОПИЯ И СВЕТ.**

16.1. Двойное лучепреломление.

16.2. Механооптические явления.

16.2.1. Фотоупругость.

16.2.2. Эффект Максвелла.

16.3. Электрооптические явления.

16.3.1. Эффект Керра.

16.3.2. Эффект Поккельса.

16.4. Магнитооптические явления.

16.4.1. Эффект Фарадея.

16.4.2. Обратный эффект.

16.4.3. Магнитооптический эффект Зерра.

16.4.4. Эффект Коттона-Муттона.

16.4.5. Прямой и обращенный эффект Зеемана.

16.5. Фотодихроизм

16.5.1. Дихроизм.

16.5.2. Естественная оптическая активность.

16.6. Поляризация при рассеивании.

**17. ЭФФЕКТЫ НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИКИ.**

17.1. Вынужденное рассеяние света.

17.2. Генерация оптических гармоник.

17.3. Параметрическая генерация света.

17.4. Эффект насыщения.

17.5. Многофотонное поглощение.

17.5.1. Многофотонный фотоэффект.

17.6. Эффект самофокусирования.

17.7. Светогидравлический удар.

17.8. Гистерезисные скачки.

**18. ЯВЛЕНИЯ МИКРОМИРА.**

18.1. Радиоактивность.

18.2. Рентгеновское и γ-излучение.

18.2.1. Адгезолюминисценция.

18.2.2. Астеризм.

18.3. Взаимодействие рентгеновского и γ -излучений с веществом.

18.3.1. Фотоэффект.

18.3.3. Когерентное рассеяние.

18.3.4. Образование пар.

18.4. Взаимодействие электронов с веществом.

18.4.1. Упругое рассеяние.

18.4.2. Неупругое рассеяние.

18.4.3. Тормозное изучение.

18.4.4. Совместное облучение электронами и светом.

18.5. Взаимодействие нейтронов с веществом.

18.5.1. Нейтронное распухание.

18.6. Взаимодействие α-частиц с веществом.

18.7. Радиотермолюминесценция.

18.8. Эффект Месбауэра.

18.9. Электронный парамагнитный резонанс.

18.10. Ядерный магнитный резонанс.

18.11. Эффект Сверхаузера-Абрагама.

**19. РАЗНОЕ.**

19.1. Термофорез.

19.2. Фотофорез.

19.2.1. "Перпендикулярный" фотофорез.

19.3. Стробоскопический эффект.

19.4. Муаровый эффект.

19.4.1. Контроль размеров.

19.4.2. Выявление дефектов.

19.4.3. Конусные шкалы.

19.4.4. Измерение параметров оптических сред.

19.4.5. Контроль оптики.

19.5. Высокодисперсные структуры.

19.5.1. Консолидированные тела.

19.6. Эпекстрореологический эффект.

19.7. Ресалектрический эффект.

19.8. Жидкие кристалы.

19.8.1. Электрооптические эффекты.

19.8.2. Динамическое рассеяние.

19.8.3. Управление окраской кристаллов.

19.8.4. Визуализация ИК-изобретения.

19.8.5. Химическая чувствительность.

19.9. Смачивание (к 3.3.2)

19.9.1. Эффект растекания жидкости под окисными пленками металлов.

19.9.2. Эффект капиллярного клея.

19.9.3. Теплота смачивания.

19.9.4. Магнитотепловой эффект смачивания.

19.10. Лента Мебиуса.

19.11. Обработка магнитными и электрическими полями.

19.12. Реология полимерных растворов

**Библиографический список**

Основная литература

1. Афанасьев А.А. Физические основы измерений: учебник / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе. – М.: ИЦ «Академия», 2010. – 240 с.

2. [Раннев Г.Г](http://www.bolero.ru/search?alls=1&sea_key=%D0%E0%ED%ED%E5%E2%20%C3.%C3.&types=book). Методика и средства измерений / Г.Г. Раннев. – М.: Высшая школа, 2003. – 350 с.

3. Клаассен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике / К.Б. Клаассен. – М.: "Постмаркет". 2000. 352 с.

4. Савельев И.В. Курс общей физики:учебник, Т.2. / И.В. Савельев. – М.: [Астрель](http://www.ozon.ru/?context=detail&id=855967). 2001. – 496 с.

Дополнительная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т.И.Трофимова М.: Высш. шк. 2009. – 541 с.
2. Мансуров А.Н. Физическая картина мира: учебник / А.Н. Мансуров. – М.: Дрофа, 2008. – 270 с.

Справочная и нормативная литература

1. [Рябинин Г.А.](http://www.bolero.ru/search?alls=1&sea_key=%D0%FF%E1%E8%ED%E8%ED%20%C3.%C0.&types=book),  Справочник физических величин /
2. Г.А.Рябинин, А.В. Бологов и др. – М.:[Союз](http://www.bolero.ru/search?view_type=1&pcid=1&type=book&xmannm=%D1%EE%FE%E7), 2001. – 348 с.
3. ГОСТ 8.057-80. Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны единиц физических величин. Основные положения
4. Денисов С.А. Указатель физических явлений и эффектов в изобретательстве / С.А.Денисов, В.Е.Ефимов, В.В. Зубарев, В.П. Кустов. – М.: Машиностроение. – 1979. – 128 с.
5. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога./ У.Болтон – М.: Издательский дом «Додэка – XXI», 2002. – 384 с.
6. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности / Л.А.Сена. – М.: Наука, 2000. – 304 с.
7. Харт Х. Введение в измерительную технику / Х. Харт. – изд-во «Мир», 1999. – 389 с.