

**Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теоретической и прикладной электродинамики
Российской академии наук
(ИТПЭ РАН)**

Программа одобрена
на заседании
Ученого совета ИТПЭ РАН

Протокол № 1
«07» февраля 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

Д.Ф.-М.Н.



/В.Н. Кисель/

«07» февраля 2020 г.

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ
программы высшего образования**

Направление подготовки:

03.06.01 - Физика и астрономия
(код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки (профиль):

Электрофизика, электрофизические установки
(наименование направленности (профиля))

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения: очная

Москва, 2020 г.

1. Цель государственной итоговой аттестации

Цель государственной итоговой аттестации – определить степень сформированности у обучающихся всех ключевых компетенций по завершению освоения основной профессиональной образовательной программы – программы подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в аспирантуре, характеризующих их готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности, соответствующей квалификации: исследователь, преподаватель-исследователь.

2. Место итоговой аттестации в структуре ОПОП, этапы (формы) ее проведения

Государственная итоговая аттестация (ГИА) относится к базовой (обязательной) части основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров. Блок 4 ОПОП «Государственная аттестация (итоговая аттестация)». ГИА проводится по завершению освоения основной профессиональной образовательной программы в целом. Итоговая аттестация выпускников аспирантуры включает экзамен и представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Трудоемкость

	Вид государственной итоговой аттестации	ЗЕТ
1	Государственный экзамен	3 з.е.
2	Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	6 з.е.
3.	Общая трудоемкость	9 з.е.

4. Результаты освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы выпускник должен обладать:

- универсальными компетенциями (УК):

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

- общефессиональными компетенциями (ОПК):

способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

- профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью к исследованию механизмов взаимодействия физических тел, веществ, макро- и микрочастиц с электрическим, магнитным и

электромагнитным существующих и поиску новых методов и принципов использования электрофизических явлений в технических приложениях (ПК-1 (01.04.13)).

5. Государственный итоговый экзамен

Государственный экзамен является составной частью государственной итоговой аттестации аспирантов

Государственный экзамен должен носить комплексный характер и служить в качестве средства проверки конкретных функциональных возможностей аспиранта, способности его к самостоятельным суждениям на основе имеющихся знаний, общекультурных и профессиональных компетенций.

Государственный экзамен проводится по утвержденной Институтом Программе, содержащей перечень вопросов по дисциплинам: «Педагогика и психология высшей школы», «Электрофизика, электрофизические установки» и дисциплинам по выбору, изученных аспирантами в процессе обучения.

На каждого аспиранта заполняется протокол приема государственного экзамена, в который вносятся основные и дополнительные вопросы, выбранные членами государственной экзаменационной комиссии из Программы ГИА, и заданные экзаменуемому.

Уровень знаний аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

6. Требования к тексту научного доклада

Научный доклад является кратким изложением научно-квалификационной работы (диссертации) и содержит следующие разделы: общая характеристика работы; содержание работы, где последовательно раскрывается содержание научно-квалификационной работы по главам; заключение – краткое изложение научных выводов и практических рекомендаций. В научном докладе должны быть отражены личный вклад автора и значимость выполненной работы для науки и практики.

Представление научного доклада оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

7. Контрольные вопросы

Раздел 1 Педагогика и психология высшей школы

1. Тенденции развития высшей школы. Болонский процесс: идея, реальность, перспективы.
2. Особенности образовательного процесса в высшей школе. Содержание высшего образования.
3. Лекция в системе вузовского образования: современные подходы
4. Практические занятия в вузе. Основные направления оценки социально-профессиональной компетентности.
5. Организация обратной связи в учебном процессе в вузе.
6. Преподаватель как организатор образовательного процесса
7. Возрастные и индивидуально – личностные особенности студентов
8. Студент как субъект учебной деятельности и самообразования
9. Аксиологические аспекты вузовского обучения
10. Развитие творческого мышления студентов в процессе обучения.

Раздел 2 Электрофизика, электрофизические установки

1. Основы электродинамики

1. Электростатика. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Проводники в электрическом поле. Работа электрических сил, потенциал электрического поля. Уравнение Пуассона и Лапласа. Потенциал объемных и поверхностных зарядов. Двойной электрический слой.

2. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия электрического поля. Пондеромоторные силы.

3. Методы решения задач электростатики.

4. Поляризация диэлектриков. Свободные и связанные заряды. Уравнения электрического поля в произвольной среде. Пондеромоторные силы в диэлектриках. Энергия электрического поля в диэлектриках. Тензор натяжений электрического поля.

5. Пьезоэлектрики. Сегнетоэлектрики.

6. Магнитостатика. Магнитное поле постоянных токов. Сила Лоренца. Векторный потенциал магнитного поля. Уравнения магнитного поля. Потенциальные и соленоидальные магнитные поля. Граничные условия в магнитном поле токов. Пондеромоторные силы в магнитном поле. Взаимная индукция и самоиндукция линейных проводников.

7. Магнитное поле в веществе. Намагниченность магнитов. Уравнения макроскопического магнитного поля в магнетиках. Механизм намагничивания магнетиков. Теорема Лармора. Диамагнетизм. Парамагнетизм.

8. Ферромагнетизм. Доменная структура. Модель Стонера–Вольфарта.

9. Квазистационарное электромагнитное поле. Глубина проникновения магнитного поля в проводник. Скин-эффект.

10. Электромагнитное поле в неподвижной среде. Электромагнитные волны. Уравнение Максвелла. Теорема Пойнтинга. Уравнение для потенциалов электромагнитного поля.

11. Решение волнового уравнения. Электромагнитные волны. Запаздывающие и опережающие потенциалы. Скорость распространения электромагнитных возмущений.

12. Отражение и преломление электромагнитной волны. Формулы Френеля. Методы расчета коэффициента отражения.

13. Распространение электромагнитного поля в волноводах. Критическая длина волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия.

14. Электромагнитные колебания в полых резонаторах.

15. Излучение заряженных частиц. Условия излучения в неограниченном пространстве. Поле излучения системы зарядов. Волновая зона. Дипольное излучение осциллятора.

16. Излучение релятивистской частицы. Магнитотормозное излучение. Переходное излучение. Черенковское излучение электромагнитных волн в среде. Спонтанное и индуцированное излучение. Вынужденное комбинационное рассеяние.

17. Численные методы решения краевых задач электродинамики. Метод конечных разностей. Быстрое преобразование Фурье, методы прогонки и циклической редукции. Метод конечных элементов. Вариационно-разностные методы.

18. Функции Грина. Метод интегральных уравнений.

2. Основы теории электрических цепей

1. Линейные цепи. Методы расчета линейных электрических цепей в стационарном режиме. Уравнения Кирхгофа. Метод комплексных амплитуд. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Метод эквивалентного генератора.

2. Цепи с зависимыми источниками. Цепи с взаимными индуктивностями.

3. Методы расчета линейных цепей в нестационарных режимах. Классический метод. Операторный метод (преобразование Лапласа). Метод переменных состояний.

4. Преобразование Фурье. Интеграл Дюамеля. Цепные схемы, передаточные функции. Обратная связь, электрические фильтры.

5. Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии. Телеграфные уравнения. Решение телеграфных уравнений в стационарном режиме.
6. Падающие и отраженные волны. Распределение токов и напряжений в линии. Входное сопротивление линии.
7. Согласование длинных линий.
8. Решение телеграфных уравнений в нестационарном режиме.
9. Синтез пассивных линейных двухполюсников. Свойства входных функций пассивных двухполюсников. Положительные вещественные функции. Критерии физической реализуемости. Алгоритм Кауэра. Алгоритм Фостера.
10. Синтез четырехполюсников по трем заданным Z - или Y -параметрам, по передаточной функции в виде G -образного звена из rC или rL -элементов.
11. Синтез неуравновешенных четырехполюсников в виде каскадного соединения.
12. Методы расчета нелинейных цепей постоянного тока. Метод условной линеаризации. Графические методы – лестничная структура, схемы с двумя узлами. Метод кусочно-линейной аппроксимации.
13. Трансформатор с ферромагнитным сердечником. Цепи с ферромагнетиками. Феррорезонанс.
14. Методы расчета нелинейных цепей в нестационарном режиме. Метод интегрируемой аппроксимации. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Метод медленно меняющихся амплитуд. Метод малого параметра. Метод интегральных уравнений.
15. Вариационные методы расчета.
16. Цепи с инерционными элементами, параметрические цепи.

3. Строение вещества

1. Основы кинетической теории газов. Давление газа, уравнение состояния идеального газа.
2. Распространение звуковых волн в идеальном газе. Ударные волны в идеальном газе.
3. Эффективное сечение и средняя длина свободного пробега. Процессы переноса.
4. Плазма. Основные понятия. Кинетическая теория плазмы, распределение частиц по скоростям, эффективные сечения и частоты столкновений.
5. Механизмы ионизации и рекомбинации в плазме. Термическая ионизация, уравнение Саха. Дебаевский радиус.
6. Плазменная частота. Испускание и поглощение фотонов.
7. Диффузия и дрейф частиц. Амбиполярная диффузия. Соотношение между подвижностью и коэффициентами диффузии.
8. Проводимость низкотемпературной плазмы. Проводимость полностью ионизированного газа (формула Спитцера).
9. Образование непрерывного спектра в плазме. Свободно-свободные свободно-связанные переходы в нагретом ионизированном газе.
10. Системы и методы плазменной энергетики. Плазменный пиролиз органических веществ. Плазменные системы переработки токсичных отходов. Генераторы низкотемпературной плазмы (плазмотроны), физические основы и техническая реализация.
11. Жидкости. Макроскопические свойства жидкостей. Силы взаимодействия молекул. Явление переноса в жидкостях.
12. Твердые тела. Кристаллическая решетка. Силы связи в решетке. Электронный газ, модель потенциальной ямы Шоттки.
13. Зонная модель. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Работа выхода. Явление сверхпроводимости.

4. Вещество в сильных электромагнитных полях

1. Эмиссия заряженных частиц с поверхности вещества. Эмиссия электронов из твердого тела.

2. Термоэмиссия, автоэлектронная эмиссия, фотоэмиссия, вторичная электронная эмиссия, взрывная эмиссия, ионная эмиссия.

3. Газовый разряд. Формы разряда в газах, самостоятельный и несамостоятельный разряды. Лавинный разряд. Закон Пашена. Стримерная форма разряда, переход от стримера к канальной форме разряда.

4. Коронный и тлеющий разряды. Дуговой разряд. Изоляционные свойства газовых диэлектриков. Сильноточный газовый разряд в плотных средах.

5. Прохождение тока через жидкость. Проводимость электролитов. Топливные элементы. Технический электролиз.

6. Проводимость жидких изоляторов. Диэлектрические потери. Электрическая прочность и пробой жидких диэлектриков. Ударные волны, генерируемые в конденсированной среде. Разряд в жидкостях.

7. Проводники, твердые диэлектрики, полупроводники в сильных полях. Проводимость. Криопроводимость. Сверхпроводимость.

8. Эффект Холла. Термоэлектричество. Электрический взрыв проводников. Диэлектрические потери, электрическая прочность, пробой в твердом диэлектрике. Поверхностный разряд.

9. Механическая прочность диэлектриков в сверхсильных магнитных полях. Магнитные материалы.

10. Сверхпроводимость в постоянных и высокочастотных полях. Эффект Мейсснера. Остаточное сопротивление.

5. Накопление и коммутация энергии больших мощностей

1. Способы накопления энергии и типы накопителей. Физические ограничения на плотность энергии в накопителях.

2. Способы передачи энергии от накопителей к нагрузке, оптимизация процесса передачи энергии. Согласование различных видов энергии.

3. Преимущества и недостатки емкостных накопителей энергии.

4. Емкостные накопители энергии на основе малоиндуктивных импульсных конденсаторов. Принципы построения генераторов импульсных напряжений и генераторов импульсных токов.

5. Особенности работы коммутаторов в генераторах импульсных напряжений и генераторах импульсных токов. Коммутаторы емкостных накопителей энергии на основе конденсаторов (вакуумные, газовые, жидкостные разрядники, разрядные колонны). Схемы поджига и синхронизации разрядников.

6. Жидкостные и твердотельные разрядники;

7. Разрядники V/N-типа, рельсовые разрядники.

промежуточные емкостные накопители энергии. Оптимизация по напряжению и мощности накопителей энергии на линиях коаксиального типа с распределенными параметрами.

6. Физика сильноточных пучков заряженных частиц

1. Распространение сильноточных пучков в вакууме. Влияние пространственного заряда. Предельный ток пучка в вакууме.

2. Нейтрализация пространственного заряда и самофокусировка пучка.

3. Сильноточный пучок в плазме и газе. Неустойчивости пучка в плазме, электромагнитные поля, возбуждаемые пучком при инжекции.

4. Ионизация газа электронным пучком. Энергозатраты на поддержание плазмы.

5. Способы генерации сильноточных электронных и ионных пучков.

6. Взрывная эмиссия в сильноточном диоде. Плоский диод в режиме Богуславского-Ленгмюра.

7. Волны и неустойчивости в сильноточных пучках заряженных частиц.

8. Электростатическая и электродинамическая неустойчивости волн пространственного заряда пучка.

7. Физика и техника устройств на основе низкотемпературной плазмы

1. Процессы в низкотемпературной плазме. Основные параметры плазмы. Типы газовых разрядов.
2. Плазмотроны, используемые в плазмохимии и металлургии. Устройства на основе электрических дуговых разрядов.
3. Плазменные генераторы, использующие высокочастотные разряды разных типов.
4. Плазмохимические, металлургические и другие устройства на основе совместного применения мощных электрических дуговых разрядов и электромагнитных полей.
5. Физика приэлектродных процессов в сильнотоочных дуговых разрядах. Образование катодных пятен и эрозия материала катода.

8. Компьютерные технологии

1. Расчет периодических структур методом Т-матриц.
2. Метод разностных схем.
3. Консервативные разностные схемы, метод прогонки.
4. Расчет периодических структур с использованием консервативных разностных схем.
5. Учёт дисперсии материальных параметров при расчёте методом конечных разностей.
6. Нахождение рассеяния на системе тел, при помощи функции гринна, методы расчета трёхмерных периодических структур.
7. Особенности современных расчетных пакетов программ.

Раздел 3. Электрофизика и электродинамика композитных материалов с новыми электрофизическими, оптическими и радиофизическими свойствами

1. Основные понятия Теории линий передачи: импеданс, КСВН, S-параметры.
2. Типы линий передачи и их свойства.
3. Отражение и пропускание границы и слоя. Методы расчета S-параметров многослойной структуры.
4. Расчет коэффициента отражения при наклонном падении волны на одноосно-анизотропный материал.
5. Методы измерения коэффициента отражения в СВЧ диапазоне.
6. Формула Мэйсона и калибровочные процедуры. Фурье-калибровка.
7. Измерение материальных параметров веществ в СВЧ диапазоне.
8. Общие закономерности эффективных свойств композитных материалов. Формулы смещения.
9. Спектральная теория Бергмана–Милтона.
10. Частотные зависимости эффективных материальных параметров и физические причины их возникновения. Соотношения Крамерса–Кронига.
11. Электродинамические эффекты в композитных материалах.
12. Метаматериалы.
13. Методы снижения эффективной радиолокационной поверхности рассеяния объектов.
14. Основы теории радиопоглощающих покрытий. Параметры, классификация, основные типы радиопоглотителей.
15. Соотношения между параметрами для магнитного экрана Солсбери и четвертьволнового слоя Доленбаха.
16. Широкополосность радиопоглощающих покрытий.
17. Радиопоглощающие покрытия на основе метаматериалов.
18. Использование метаматериалов для защиты от двухпозиционной радиолокации.

Раздел 4. Процессы синтеза новых метаматериалов

1. От естественных материалов к искусственным. Пути развития технологий – исторический аспект. Простые материалы. Металлы. Сплавы. Структурированные материалы. Композиты. Конструкционные материалы.

2. Управляемое формирование свойств. Метаматериалы. Классификация технологий. Равновесные, неравновесные, квазиравновесные процессы.

3. Получение объемных материалов. Плавка. Прессование. Рост кристаллов. Обработка материалов (механическая, химическая, лучевая обработка, гибридные технологии).

4. Управление свойствами материалов и структур. Контроль и управление параметрами технологических процессов. Методы контроля «в процессе» и «после процесса», разрушающие и не разрушающие. Исследование процессов и исследование структур.

5. Методы исследования свойств тонкопленочных структур и поверхностей. Исследование оптических свойств нанокompозитов методом эллисометрии. Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии. Исследование рельефа и структуры поверхности методом интерференционной микроскопии

6. Эпитаксия. Вакуумные технологии. Использование методов тонкопленочных и планарных технологий для создания современных материалов. Проведение процессов формирования искусственных материалов на основе многослойных тонкопленочных структур и нанокompозитов.

7. Методы формирования тонкопленочных структур. Термическое, ионно-лучевое, электронно-лучевое, магнетронное распыление. Методы формирования топологии поверхности тонких пленок. Литография. Травление.

8. Планирование технологического эксперимента. Оптимизация структур и режимов их формирования.

Раздел 5 Электрофизические свойства наноструктурированных магнитодиэлектрических материалов

1. Природа магнитного упорядочения в твердых телах. Обменное взаимодействие. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм.

2. Магнитоэлектрические свойства магнитных материалов. Гистерезис и методы его измерения и анализа.

3. Доменная структура. Движение доменных границ.

4. Уравнение Ландау–Лифшица. Ферромагнитный и антиферромагнитный резонансы.

5. Частотная дисперсия магнитной проницаемости. Закон Снука.

6. Скин-эффект и его влияние на динамическую магнитную проницаемость.

7. Особенности СВЧ магнитной проницаемости в тонких ферромагнитных пленках.

8. Динамическая магнитная проницаемость ферритов.

9. Частотная дисперсия магнитной проницаемости в композитных материалах.

10. Применения магнитных материалов в технике СВЧ (радиопоглотители, антенны на диэлектрической подложке, резонаторы, фильтры, индукторы).

11. Гиротропия магнитной проницаемости и ее применения в технике СВЧ.

12. Измерение магнитной проницаемости материалов в ВЧ диапазоне.

13. Полосковый метод измерения магнитной проницаемости материалов.

14. Измерение магнитной проницаемости методом Николсона–Росса–Уира.

15. Эффективная динамическая магнитная проницаемость в отсутствие постоянного магнитного момента (искусственный магнетизм).

Раздел 6 Оптические свойства упорядоченных и частично упорядоченных плазмонных наноструктур, включая наноконпозиты и плазмонные лазеры

1. История развития плазмоники. Основные положения, гипотезы принципы плазмоники.
2. Примеры перколяционных систем; что такое порог протекания.
3. Однопараметрическая ренормализационная группа; уравнение для определения порога протекания.
4. Как определяется корреляционная длина ξ в задаче о протекании.
5. Уравнение для определения критического индекса ν .
6. Поведение эффективной проводимости перколяционной системы вблизи порога протекания; критический индекс t .
7. Расходимость эффективной диэлектрической проницаемости в перколяционных системах при приближении к порогу протекания; критический индекс s .
8. Оценка критических индексов t и s при помощи преобразований однопараметрической ренормализационной группы.
9. Скейлинговое уравнение для эффективной проводимости композитных перколяционных систем.
10. Методы компьютерного моделирования проводимости перколяционных систем.
11. Вывод формулы Дыхне для эффективной проводимости двумерной, двухкомпонентной пленки.
12. Модель свободных электронов; плазменная частота; диэлектрическая проницаемость металлов в оптической области частот;
13. Найти распределение электрического поля, дипольный момент и поляризуемость металлического и диэлектрического шаров, помещенных в высокочастотное электрическое поле; рассмотреть эффект сканирования.
14. Оценка плазмонной резонансной частоты и усиления внутреннего электрического поля для металлических частиц типа: вытянутый эллипсоид, диск.
15. Оценка внутреннего оптического электромагнитного поля в металл-диэлектрических композитах; Вычисление моментов локального поля.
16. Эффект гигантского комбинационного рассеяния в плазмонных системах.
17. Керровская нелинейность. Усиление оптической нелинейности в плазмонных системах.
18. Индуктивность и емкость на единицу длины тонкого проводящего провода (вытянутого эллипсоида). Уравнение для распространения волн заряда и тока вдоль провода.
19. Условие плазмонного резонанса в вытянутом металлическом эллипсоиде; распределение электрического и магнитного поля в условиях плазмонного резонанса.
20. Уравнения для поверхностных электромагнитных волны в тонком проводящем проводе. Антенный (полуволновой) резонанс.
21. Диэлектрическая проницаемость композитного материала содержащего металлические иголки диспергированные в диэлектрической матрице. Особенности эффективной диэлектрической проницаемости вблизи порога протекания.
22. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости метаматериала с идеально проводящими иголками диспергированными в диэлектрической матрице вблизи частоты полуволнового резонанса. Физический смысл отрицательной диэлектрической проницаемости.
23. Удельная емкость и индуктивность в системе двух параллельных проводов. Возбуждение тока в системе параллельных проводов внешним магнитным полем.
24. Магнитная проницаемость метаматериала состоявшего из пар параллельных проводов. Частотная зависимость магнитной проницаемости вблизи частоты полуволнового резонанса. Физический смысл отрицательной магнитной проницаемости.

25. Распространение волн в двухпроводной линии. Постоянная распространения и характеристический импеданс. Двухпроводная линия нагруженная на сопротивление, емкость или индуктивность. Коэффициент отражения.

26. Магнитный резонанс в отрезке двухпроводной линии нагруженной на конденсатор.

27. Распространение волн в коаксиальном кабеле. Распространение волн в лестничных структурах, состоящих из индуктивностей и емкостей. Фазовая и групповая скорости распространения. Обратная волна.

28. Законы преломления света в метаматериалах с отрицательным показателем преломления. Явление сверхразрешения.

Раздел 7 Радиофизические характеристики сложных объектов и разработка средств изменения этих характеристик

1 Основные радиолокационные характеристики объектов.

2. Типы радиопоглощающих материалов и основные ситуации их применения.

3. Основные принципы снижения радиолокационной заметности объектов: изменение формы, нанесение радиопоглощающих покрытий.

4. Численные методы решения задач рассеяния электромагнитных волн на объектах в строгой постановке.

5. Приближённые асимптотические методы решения задач рассеяния электромагнитных волн на объектах. Гибридные численные методы.

6. Способы измерения диэлектрической и магнитной проницаемостей материалов в полосе частот.

7. Проведение измерений радиолокационных характеристик объектов на компактном полигоне с коллиматором.

Раздел 8 «Магнитоактивные материалы, включая наноманитные материалы, сверхпроводники, магнитные полупроводники»

1. Корреляционные эффекты в твёрдых телах. Электронные корреляции и фазовое расслоение.

2. Метаматериалы и нанокмозиты. Электромагнитный отклик метаматериалов.

3. Поверхностные плазмоны в металлических наноструктурах и их роль в усилении и генерации электромагнитного излучения.

4. Особенности электронной структуры графена и материалов на его основе, влияние адсорбированных атомов и присоединённых молекулярных групп.

5. Основные типы магнитных полупроводников. Механизмы формирования магнитоупорядоченного состояния в разбавленных магнитных полупроводниках.

6. Наноразмерные сверхпроводники, распределение магнитного потока в них, роль флуктуаций параметра порядка.

7. Терромагнитные неустойчивости в неоднородных сверхпроводниках, распространение нормальной зоны.

8. Литература:

Раздел I

1. Выготский, Л.С. Педагогическая психология [Текст] / Л.С. Выготский. – М.: Норма, 2009. – 671 с. – ISBN 5-980-74686-81.

2. Загвязинский, В.И. Методология и методы психолого-педагогического исследования [Текст] / В.И. Загвязинский, Р. Атаханов. – М.: Академия, 2008. – 208 с. – ISBN 5-97-379414-4

3. Скок, Г.Б. Как проанализировать собственную педагогическую деятельность [Текст] / Г.Б. Скок. – М.: Прогресс, 2007. – 315 с. – ISBN 5-01-870634-3

4. Зимняя, И.А. Педагогическая психология [Текст] / И.А. Зимняя. – М.: Инфра-М, 2009. – 228 с. – ISBN 5-16-697034-3
5. Словарь-справочник по возрастной и педагогической психологии [Текст] / Под ред. М.В. Гамезо. – М.: Искусство, 2007. – 580 с. – ISBN 5-210-46803-4
6. Словарь-справочник по возрастной и педагогической психологии / Под ред. Гамезо М.В. М., 2007. – С. 158.

Раздел 2

Основная литература

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Физматлит, 2003.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретический курс физики в 10 томах. Т. 2. Теория поля / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Под ред. Л.П. Питаевского. М.: Физматлит, 2005.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретический курс физики в 10 томах. Т. 5. Электродинамика сплошных сред. / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Под ред. Л.П. Питаевского. М.: Физматлит, 2005.
4. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Квантовая механика (нерелятивистская теория). / Издание 6-е, исправленное. — М.: Физматлит, 2004.
5. Савельев И.В. Основы теоретической физики, т.1, т.2 / 2-е изд., М.: Наука. 1991.
6. Попов В.И. Основы теории цепей/ 7-е издание, переработанное и дополненное, Юрайт-Издат, 2013.
7. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. / Издание 5-е, переработанное, М.: Энергоатомиздат, 1989.
8. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела, т.1. М.: Мир, 1979.
9. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников / Изд.2-е, перераб. и доп.. М.: Наука, 1990.
10. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. Изд.3, испр. и доп., М.: URSS, 2009.
11. Лебедев И.В. Техника и приборы сверхвысоких частот. М.: Высш.шк., 1972.
12. Виноградов А.П. Электродинамика композитных материалов / Под ред. Б.З. Каценеленбаума, М.: Эдиториал УРСС, 2001.
13. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
14. Слэтер Дж. Диэлектрики, полупроводники, металлы. М.: Мир, 1969.
15. де Жен П. Сверхпроводимость металлов и сплавов. М.: Мир, 1968
16. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
17. Маделунг О. Теория твердого тела. М.: Наука, 1980
18. Шнеерен Г.А. Поля и переходные процессы в аппаратуре сверхсильных токов. Изд. 2-е, М.: Энергоатомиздат, 1992.
19. Техника высоких напряжений / Под ред. М.С.Костенко, М.: Высш.шк., 1973.
20. Накопление и коммутация энергии больших плотностей / Под ред. У. Бостика, М.: Мир, 1979.
21. Физика высоких плотностей энергии / Под ред. П. Кальдаролы, Г. Кнопфеля, М.: Мир, 1974.
22. Кнопфель Г. Сверхсильные импульсные магнитные поля, М.: Мир, 1972.
23. Р. Миллер, Введение в физику сильноточных пучков заряженных частиц, М.: Мир, 1984.
24. Е.А. Абрамян, Б.А. Альтеркоп, Г.Д. Кулешов. Интенсивные электронные пучки. Энергоатомиздат, 1984.
25. С.И. Молоковский, А.Д. Сушков. Интенсивны электронные и ионные пучки. 2 изд., М., 1991.
26. Зельдович И.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966.
27. Смирнов Б. М., Введение в физику плазмы, 2 изд., М., 1982.
28. Биберман Л. М., Воробьев В. С., Якубов И.Т. Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы, М., 1982.

29. Вычислительные методы в электродинамике / Под ред. Р. Митры, М.: Мир, 1977.
30. Демирчян К.С., Чечурин В.А. Машинные расчеты электромагнитных полей. М.: Высш.шк., 1986.
31. Бутырин П.А., Козьмина И.С., Миронов И.В. Основы компьютерных технологий электротехники. М.: Изд-во МАИ, 2000.
32. Вычислительные методы в электродинамике / Под ред. Р. Митры, М.: Мир, 1977.

Дополнительная литература

1. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика / Под ред. Ю.В. Пименова, М.: Радио и связь, 2000.
2. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн, М.: Радио и связь, 2000.
3. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн. / Изд. 2-ое, М.: URSS, 2012.
4. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. / Изд. 6-ое, М.: URSS, 2012
5. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ, М.: Высш.шк., 1990.
6. Черенкова Е.Л., Чернышов О.В. Распространение радиоволн, М.: Радио и связь, 1988.
7. М.М.Бредов, В.В.Румянцев, И.Н.Топтыгин. Классическая электродинамика. Санкт Петербург, Москва, Краснодар: Лань, 2003.
8. P. S. Neelakanta, Handbook of electromagnetic materials, IEEE Press, 1995.
9. A.N. Lagarkov and K.N. Rozanov, "High-frequency behavior of magnetic composites," J. Magn. Magn. Mater., vol. 321, pp. 2082–2092, Jul. 2009.
10. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. – 4 изд./ – СПб.: Питер, 2003.
11. Купцов А. М. Основы теории цепей. Томск: Изд. ТПУ, ч.1 2001, ч.2, 2000.
12. Купцов А. М. Теоретические основы электротехники. Решения типовых задач. – Томск: Изд. ТПУ, ч.1, 2003, ч. 2, 2001.
13. Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебное пособие. М.: Инфра-М, 2005.
14. Пайерлс Р. Квантовая теория твердых тел. М.: ИЛ, 1956.
15. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. М.: ГИФМЛ, 1963.
16. Займан Дж. Электроны и фононы. Теория явлений переноса в твердых телах. М.: ИЛ, 1962.
17. Слэтер Дж. Диэлектрики, полупроводники, металлы. М.: Мир, 1969.
18. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. М.: Энергоатомиздат, 1990.
19. Л.О.Чуа, Лен-Мин Лин Машинный анализ электронных схем. М.: Энергия, 1980.

Раздел 3

Основная литература

1. Ландау Л.Д, Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред, М.: Наука, 2001.
2. Вайнштейн Л.А. Электромагнитные волны, М.: Радио и связь, 1988.
3. R.E. Collin, Foundations for microwave engineering, 2nd Ed., Wiley-Interscience, 1992.
4. G.W. Milton, The theory of composites, Cambridge Univ. Press, 2002.
5. P.S. Neelakanta, Handbook of electromagnetic materials, CRC Press, 1995.
6. А.П. Виноградов, Электродинамика композитных материалов, УРСС, 2001.
7. E.F. Knott, J.F. Shaeffer, M.T. Tuley, Radar cross section, 2nd Ed., Scitech Publishing, 2004.
8. K.J. Vinoy, K.M. Jha, Radar absorbing materials. Kluwer Acad. Publishers, 1996.
9. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах / 2-е изд., М.: Наука, 1973.

Дополнительная литература

1. P. Saville, Review of Radar Absorbing Materials, Defence Research and Development Canada, Jan. 2005, 62 p.

2. D. Schurig, J.J. Mock, B.J. Justice, et al., Metamaterial Electromagnetic Cloak at Microwave Frequencies // Science. 10 Nov 2006. Vol. 314. N. 5801, pp. 977–980.
3. P.Y. Ufimtsev, Comments on diffraction principles and limitations of RCS reduction // Proc. IEEE. Dec. 1996. V. 84. N. 12. P. 1830–1851.
4. Лагарьков А.Н., Погосян М.А. Фундаментальные и прикладные проблемы стелс-технологий // Вестник РАН. 2003. Т. 73. №9. С. 848.
5. A.N. Lagarkov, K.N. Rozanov, High-frequency behavior of magnetic composites // J. Magn. Mater. 2009. V. 321. P. 2082–2092.

Раздел 4

Основная литература

1. И. Броудай, Дж. Мерей. Физические основы микротехнологий. М.: Мир, 1985.
2. С. Зи. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мир, 1984.
3. М. Херман. Полупроводниковые сверхрешетки. М.: Мир, 1989.
4. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры. М.: Мир, 1989.
5. Основы аналитической микроскопии. Под ред. Д. Д. Гольдштейна. М.: Металлургия, 1990.
6. Технология тонких пленок. Справочник под ред. Л. Массела, Р. Гленга. М.: Сов. Радио, 1977, Т. 1, 2-768 с.
7. Технология тонких пленок. Под ред. М. Х. Франкомба и Р.У. Гофмана. М.: Мир, 1966.
8. Handbook of advanced of Electronic and Photonic Materials and Device. Vol. 1-10., Ed. Nalwa, Elsevier Science, 2001.
9. Nanotechnology Research Directions, IWGN Workshop Report, Vision for Nanotechnology Research in the Next Decade, M.C. Roco, S. Williams, and P. Alivisatos, eds. Kluwer Academic Publishers, 2000.
10. Ч.Уэрт, Р. Томпсон. Физика твердого тела. М.: Мир, 1966

Раздел 5

Основная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретический курс физики в 10 томах. Т. 5. Электродинамика сплошных сред. / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Под ред. Л.П. Питаевского. М.: Физматлит, 2005.
2. Бозорт Р. Ферромагнетизм, М.: Изд-во ин. литературы, 1956.
3. Гуревич А.Г., Мелков Г.А. Магнитные колебания и волны, М.: Физматлит, 1994.
4. K.H.J. Buschow and F.R. de Boer, Physics of Magnetism and Magnetic Materials, Kluwer Academic Publishers, 2003.
5. Вонсовский С.В. Магнетизм, М. Наука, 1971.

Дополнительная литература

1. R. Skomski, Nanomagnetism, J. Phys.: Condens. Matter., vol. 15, 2003, pp. R841–R896.
2. R. Ramprasad, P. Zurcher, M. Petras, et al. Magnetic properties of metallic ferromagnetic nanoparticle composites, J. Appl. Phys., vol. 96, N. 1, 2004, pp. 519–529.
3. J.L. Mattei, M. Le Floch, Percolative behaviour and demagnetizing effects in disordered heterostructures, J. Magn. Mater., vol. 257, N. 2–3, 2003, pp. 335–345.
4. D.C. Jiles, D.L. Atherton, Theory of ferromagnetic hysteresis, J. Appl. Phys., vol. 55, N. 6, 1984, pp. 2115–2120.
5. A.N. Lagarkov, K.N. Rozanov, High-frequency behavior of magnetic composites, J. Magn. Mater., vol. 321, 2009, pp. 2082–2092.

Раздел 6

Основная литература

1. D. Stauffer and A. Aharony, Introduction to percolation theory, 2nd ed., Taylor and Francis, London 1994.
2. D.J. Bergman and D. Stroud, The physical properties of macroscopically inhomogeneous media, Solid State Physics 46, 148-270 (1992).
3. Сарычев А.К., Шалаев В.М. Электродинамика метаматериалов, М.: Научный мир, 2011.
4. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Электронные свойства легированных полупроводников, М.: Наука, 1979.
5. Климов В. Наноплазмоника, М.: Физматлит, 2010.

Дополнительная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретический курс физики в 10 томах. Т. 5. Электродинамика сплошных сред. / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Под ред. Л.П. Питаевского. М.: Физматлит, 2005.
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Физматлит, 2003.
3. Eds. M.A. Noginov, G. Dewar, M.W. McCall, Tutorials in complex photonic Media, SPIE, Washington, 2009.
4. Eds. G.V. Eleftheriades, K.G. Balmain, Negative refraction metamaterials: fundamental principles and applications, Wiley, 2005.
5. W.S. Weiglhofer, A. Lakhtakia, Introduction to complex mediums for optics and electromagnetics, SPIE, Washington 2003.
6. B. Banerjee, An introduction to metamaterials and waves in composites, Taylor Francis, 2011.
7. T.J. Cui, D.R. Smith, R. Liu, Metamaterials: Theory, Design and Applications, Springer, NY, 2010.

Раздел 7

Основная литература

1. E.F. Knott, J.F. Shaeffer, M.T. Tuley, Radar Cross Section, Boston: Scitech Publishing Inc., 2004.
2. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебник для вузов, М.: Горячая линия–Телеком, 2007.
3. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн: Учеб. Пособие для вузов, М.: Наука, 1989.
4. C.A. Balanis, Advanced Engineering Electromagnetics, New York. John Wiley & Sons. 1989.
5. A.F. Peterson, L.R. Scott, R. Mittra, Computational Methods for Electromagnetics, New York. IEEE Press. 1998.
6. J.L. Volakis, A. Chatterjee, L.C. Kempel, Finite Element Method for Electromagnetics, New York. IEEE Press. 1998.
7. A. Taflov, S.C. Hagness, Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method, Boston. Artech House. 2000.
8. Буторин Д.И., Мартынов Д.А., Уфимцев П.Я. Асимптотические выражения для элементарной краевой волны / Радиотехника и электроника, 1987, с. 1818-1829.
9. Уфимцев П.Я. Основы физической теории дифракции, М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009.
10. Уфимцев П.Я. Теория дифракционных краевых волн в электродинамике, М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010.
11. Балабуха Н.П., Зубов А.С., Солосин В.С. Компактные полигоны для измерения характеристик рассеяния объектов, М.: Наука, 2007.

Дополнительная литература

1. Васильев Е.Н. Возбуждение тел вращения. М.: Радио и связь, 1987.

2. Марков Г.Т., Чаплин А.Ф. Возбуждение электромагнитных волн, М.: Радио и связь, 1983.
3. Вычислительные методы в электродинамике / Под ред. Р. Митры. Пер с англ., М.: Мир, 1977.
4. Справочник по радиолокации / Под ред. М. Скольника. Пер. с англ. т. 1. Основы радиолокации, М.: Сов. радио, 1976.
5. Лебедев А.М., Федоренко А.И. Диаграммы обратного рассеяния неравномерных токов на характерных типах вытянутых неоднородностей поверхности / Докл. V Всероссийской научно-техн. конф. «Радиолокация и радиосвязь», М.: ИРЭ РАН, 2011, с. 482-485.
6. Лебедев А.М., Федоренко А.И. Эффективная частичная маскировка выпуклого проводящего объекта / Докл. V Всероссийской научно-техн. конф. «Радиолокация и радиосвязь», М.: ИРЭ РАН, 2011, с. 473-479.
7. Алексеев А.Г., Штагер Е.А., Козырев С.В. Физические основы технологии Stealth, СПб: ВВМ, 2007.
8. Балабуха Н.П., Григорьева М.И., Курочкин А.П. и др. Стержневой диэлектрический облучатель с диаграммой направленности специальной формы, / Антенны, №2, 2001.
9. Балабуха Н.П., Башарин А.А. Диэлектрический стержневой облучатель с расширенной полосой рабочих частот / Антенны, №12, 2008.
10. Кобак В.О. Радиолокационные отражатели, М.: Сов. радио, 1975.

Раздел 8

Основная литература

1. Сарычев А.К., Шалаев В.М. Электродинамика метаматериалов, М.: Научный мир, 2011.
2. Каган М.Ю., Кугель К.И. Неоднородные зарядовые состояния и фазовое расслоение в манганитах, Успехи физических наук, 2001, т. 171, вып. 6, с. 577-596.
3. M.I. Katsnelson, Graphene: Carbon in Two Dimensions. Cambridge University Press, 2012.
4. T. Dietl, A ten-year perspective on dilute magnetic semiconductors and oxides, Nature Materials, 2010, v. 9, pp. 965–974.
5. Успенская Л.С., Рахманов А.Л. Динамические магнитные структуры в сверхпроводниках II рода и ферромагнетиках, Успехи физических наук, 2012, т. 182, № 7, с. 681-699.

Дополнительная литература

1. Кугель К.И., Рахманов А.Л., Сбойчаков А.О., Каган М.Ю., Бродский И.В., Клапцов А.В. Характеристики фазово-расслоенного состояния манганитов и их связь с транспортными и магнитными свойствами, Журнал экспериментальной и теоретической физики, 2004, т. 125, вып. 3, с. 648-658.
2. K.I. Kugel, A.L. Rakhmanov, A.O. Sboychakov, Phase separation in Jahn-Teller systems with localized and itinerant electrons, Physical Review Letters, 2005, v. 95, no. 26, id. 267210 (4 pages).
3. A.K. Sarychev, S.O. Boyarintsev, A.L. Rakhmanov, K.I. Kugel, Yu.P. Sukhorukov, Collective volume plasmons in manganites with nanoscale phase separation: Simulation of the measured infrared spectra of $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$, Physical Review Letters, 2011, v. 107, no. 26, id. 267401 (4 pages).
4. A.L. Rakhmanov, A.V. Rozhkov, A.O. Sboychakov, Franco Nori, Phase separation of hydrogen atoms adsorbed on graphene and the smoothness of the graphene-graphane interface, Physical Review B, 2012, v. 85, no. 3, id. 035408 (6 pages).
5. Vikram Tripathi, Kusum Dhochak, B.A. Aronzon, Bertrand Raquet, V.V. Tugushev, K.I. Kugel, Noise studies of magnetization dynamics in dilute magnetic semiconductor heterostructures, Physical Review B, 2012, v. 85, no. 21, id. 214401 (13 pages).
6. W.V. Pogosov, V.R. Misko, Vortex quantum tunnelling versus thermal activation in ultrathin superconducting nanoislands, Physical Review B, 2012, v. 85, no. 22, id. 224508 (5 pages).