

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

(подпись)

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 2630 /уч.

ОПЕРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ В ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ И МЕХАНИКЕ СПЛОШНЫХ СРЕД

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям),
направлению специальности
1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)**

Минск 2016 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 01-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08. 2013 № 88; учебных планов №G31-163/уч., №G31и-174/уч., утвержденных 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

Г.Н. Борздов - профессор кафедры теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 23.05.2016 г.);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 09.06.2016);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Операторные (ковариантные) методы в электродинамике и механике сложной среды, основанные на использовании эволюционных операторов и тензоров импедансов, являются эффективным инструментом исследования распространения электромагнитных и упругих волн в сложных средах, в том числе негармонических полей в анизотропных средах и волн в средах с пространственной дисперсией. Они особенно полезны при решении прямых и обратных задач рассеяния для стратифицированных сложных сред. Использование этих методов позволяет найти полные системы базисных функций для электромагнитного поля в бианизотропном слое, а также обобщить методы импедансов и эволюционных операторов на случай равномерно движущихся линейных сред. Операторные методы позволяют находить точные решения волновых уравнений в однородных линейных средах (анизотропных, гиротропных, бианизотропных), которые описывают системы ортонормированных пучков и разнообразные трехмерно локализованные поля.

Целью учебной дисциплины является освоение студентами-теоретиками основных ковариантных методов расчета характеристик объемных и поверхностных волн в сложных неоднородных анизотропных и гиротропных структурах.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление с методами анализа электромагнитных полей и электромагнитных волн в сплошных средах различных типов — изотропных, анизотропных, гиротропных, бианизотропных, неоднородных;
- овладение ковариантными и операторными методами описания электромагнитных полей в таких средах.

Специальный курс операторных методов в электродинамике и механике сплошной среды является естественным дополнением общих курсов теоретической механики и электродинамики, позволяющим освоить современные методы исследования волновых процессов в сложных средах. Освоение этого курса является важной составляющей подготовки специалистов-теоретиков по квалификации «физик-исследователь». Материал курса базируется на знаниях, полученных студентами при изучении линейной алгебры и аналитической геометрии, векторного и тензорного анализа, теоретической механики и электродинамики.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- элементы прямого тензорного исчисления для изучения электромагнитных волн в сложных средах;
- классификацию сред по уравнениям связи;
- типы объемных электромагнитных волн в анизотропных и гиротропных средах и их основные свойства;
- свойства поверхностных электромагнитных волн в анизотропных средах;

уметь:

- решать задачи электродинамики и оптики сплошных сред ковариантными и операторными методами;
- строить математические модели волновых процессов в сложных однородных и неоднородных средах;

владеть:

- методами электродинамики сплошных сред, используемыми в физических приложениях;
- приемами решения основных задач электродинамики сплошных сред.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Уметь работать самостоятельно.
- Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
- Быть способным к социальному взаимодействию.
- Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- Быть способным к критике и самокритике.
- Уметь работать в команде.
- Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
- Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.
- Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

– Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

– Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.

– Применять знания физических основ современных технологий, средств автоматизации, методов планирования и организации производства, правового обеспечения хозяйственной деятельности и налоговой системы, современного предпринимательства, государственного регулирования экономики и экономической политики.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 107, из них количество аудиторных часов — 38.

Форма получения высшего образования — очная, дневная.

Занятия проводятся на 4-м курсе в 7-м семестре.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и семинарских занятий. На проведение лекционных занятий отводится 34 часа, на семинарские занятия — 4 часа.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Эволюционные операторы электромагнитных волн в сложных средах

Материальные уравнения электродинамики. Эволюционные операторы, тензоры нормальной рефракции и поверхностных импедансов. Классификация эволюционных операторов. Волны с вырожденными эволюционными операторами. Импедансный метод расчета пропускания анизотропных каналов.

2. Лоренц-ковариантные методы импедансов и характеристических матриц

1. Прямой тензорный метод в пространстве Минковского. Эволюционные операторы электромагнитных волн в равномерно движущихся линейных средах. Ковариантный метод описания собственных волн. Четырехмерный тензор импеданса. Граничные задачи. Обратные задачи рассеяния.

3. Упругие волны в стратифицированных средах

Операторы нормальной рефракции и поверхностного импеданса в граничных задачах кристаллоакустики. Френелевские операторы отражения и пропускания акустически-анизотропных стратифицированных сред.

4. Эволюционные операторы электромагнитных и упругих волн в диспергирующих анизотропных средах

Обобщенные тензоры материальных параметров. Операторы частот, волновых чисел и фазовых скоростей плоских волн. Материальные уравнения для неплоских волн в диспергирующих средах. Лоренц-ковариантные материальные уравнения для диспергирующих бианизотропных сред.

5. Локализованные электромагнитные и ультразвуковые поля

Методы построения локализованных решений волновых уравнений для электромагнитных и ультразвуковых волн. Ортонормированные пучки в анизотропных и бианизотропных средах. Трехмерно локализованные поля. Ортонормированные электромагнитные пучки и трехмерно локализованные поля, задаваемые сферическими гармониками.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Федоров, Ф.И. Оптика анизотропных сред / Ф.И. Федоров. – Мн.: Изд-во АН БССР, 1958. – 380 с.
2. Федоров, Ф.И. Упругие волны в кристаллах / Ф.И. Федоров. – М.: Наука, 1965. – 388 с.
3. Федоров, Ф.И. Теория гиротропии / Ф.И. Федоров. – Мн.: Наука и техника, 1976. – 456 с.
4. Барковский, Л.М. Операторные методы описания оптических полей в сложных средах / Л.М. Барковский, А.Н. Фурс. – Мн.: Белорусская наука, 2003. – 285 с.

Перечень дополнительной литературы

5. Бреховских, Л.М. Волны в слоистых средах / Л.М. Бреховских – М.: Наука, 1973. – 343 с.
6. Borzdov, G.N. Frequency domain wave splitting techniques for plane stratified bianisotropic media / G.N. Borzdov // J. Math. Phys. – 1997. – V. 38. – P. 6328-6366.
7. Борздов, Г.Н. Эволюционные операторы электромагнитных волн в кристаллах / Г.Н. Борздов // Кристаллография – 1990. – Т. 35. – P. 535-542.
8. Borzdov, G.N. An intrinsic tensor technique in Minkowski space with applications to boundary value problems / G.N. Borzdov // J. Math. Phys. – 1993. – V. 34. – P. 3162-3196.
9. Борздов, Г.Н. Ортонормированные электромагнитные пучки и трехмерно-локализованные поля в свободном пространстве и линейных средах / Г.Н. Борздов // Вестник Фонда Фундаментальных Исследований – 2004. – N. 4. – P. 80-91.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по курсу является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы;
- график консультаций преподавателя;

- вопросы для проведения экзамена;
- сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности:
 - коллоквиумов по изучаемому материалу;
- для дополнительного развития творческих способностей одаренных студентов организуются:
 - студенческие научно-практические конференций, конкурсы;
 - студенческие олимпиады.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Письменный опрос
2. Коллоквиум

Темы коллоквиумов

1. Классификация действительных симметричных тензоров.
2. Теорема Гамильтона-Кэли.
3. Проективные тензоры. Спектральные разложения тензоров.
4. Псевдообращение планальных тензоров.
5. Классификация комплексных векторов.
6. Классификация сред по уравнениям связи.
7. Уравнение нормалей для волн в непоглощающих диэлектрических средах.
8. Одноосные кристаллы. Обыкновенные и необыкновенные волны.
9. Электромагнитные волны в биизотропных средах.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Коллоквиум проводится в письменной форме и включает в себя 8-10 обобщенных заданий. По согласованию с преподавателем разрешается использовать справочные, научные и учебные печатные издания, любые электронные источники информации и конспект лекций (в любой форме). Каждое задание в соответствии с его сложностью оценивается от 3 до 5 баллов (максимальная сумма баллов за все задачи в коллоквиуме равна 10). Количество баллов за каждую выполненное задание выставляется в зависимости от правильности, полноты и оригинальности его решения. Нерешенное или решенное полностью неправильно задание оценивается в 0

баллов. Оценка за коллоквиум рассчитывается как сумма баллов, полученных за каждое задание.

Оценка текущей успеваемости основывается на оценке за коллоквиум.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Электродинамика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленной варианте (протокол №10 от 23.05.2016)
Теоретическая механика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленной варианте (протокол №10 от 23.05.2016)