

Вестник МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 6 — 1966

ХРОНИКА

О ЛОМОНОСОВСКИХ ЧТЕНИЯХ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МГУ

В апреле месяце на физическом факультете проходила научная конференция «Ломоносовские чтения» 1966 г.

Ниже публикуется краткое изложение докладов, удостоенных премий физического факультета

К. П. Белов, Р. З. Левитин, С. А. Никитин, В. И. Соколов,
Б. К. Пономарев

Обнаружение и исследование гигантских магнитострикционных эффектов в редкоземельных магнетиках

Редкоземельные металлы, сплавы, ферриты и другие соединения — это новые ферро-, ферри- и антиферромагнитные вещества с весьма своеобразными свойствами, во многом отличными от подобных веществ группы железа [1].

Одной из интереснейших особенностей редкоземельных магнетиков, впервые наблюденной на кафедре общей физики для естественных факультетов МГУ, является то, что в них возникают огромные магнитострикционные эффекты, на 2—3 порядка большие, чем в магнетиках группы железа. Удивительным является то, что эти огромные магнитострикционные эффекты в редкоземельных магнетиках имеют место не только в ферро- и ферримагнитном состояниях, но и в области выше температуры магнитного упорядочения, т. е. в парамагнитном состоянии. Причина возникновения больших магнитострикционных эффектов в редкоземельных магнетиках лежит в «возмущающем» действии орбитального магнитного момента редкоземельного иона на локальное электростатическое поле кристалла. Ниже дается краткая сводка экспериментальных результатов, полученных в настоящей работе.

1. Обнаружено, что магнитострикция редкоземельных ферромагнетиков Tb, Dy, Ho и Er достигает огромных величин: $\Delta l/l \approx 10^{-3}$ [2]. (За рубежом магнитострикция указанных ферромагнетиков начала изучаться несколько позже [3].) В Gd магнитострикция имеет примерно тот же порядок величины, что и в Ni и Co ($\Delta l/l \approx 10^{-5}$). Это связано с тем, что в Gd участие орбитального момента в намагничивании, так же как в магнетиках группы железа, очень малое. Установлено также, что в Tb, Dy, Ho и Er магнитострикция выше температуры магнитного упорядочения (точка θ_2) достигает величин $100-200 \cdot 10^{-6}$.

2. Установлено [4], что в ферритах-гранатах $R_3Fe_5O_{12}$, где R=Tb, Dy и Ho, в интервале температур $4,2-100^\circ K$ возникают огромные магнитострикции ($\Delta l/l \approx 10^{-3}$).

3. Эксперименты установили [5], что на магнитострикцию феррита-граната иттрия очень большое влияние оказывают ничтожные примеси ионов Tb³⁺. Эти примеси резко изменяют величину и даже знак магнитострикции феррита-граната иттрия.

4. Показано, что в галлатах-гранатах $R_3Ga_5O_{12}$, где R=Tb, Dy, Ho, являющихся вплоть до самых низких температур ($1,7^\circ K$) по существу парамагнитными веществами, магнитострикция в области низких температур достигает очень больших (для парамагнетиков) величин $\sim 60 \cdot 10^{-6}$. В галлате-гранате Gd магнитострикция при $4,2^\circ K$ составляет ничтожную величину $\sim 0,25 \cdot 10^{-6}$. Интересно отметить, что знаки магнитострикции исследованных галлатов-гранатов такие же, как и соответствующих ферритов-гранатов (положительная для галлата Tb и отрицательные для галлатов Dy и Ho).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов К. П., Белянчикова М. А., Левитин Р. З., Никитин С. А. Редкоземельные ферро- и антиферромагнетики. М., «Наука», 1965.
2. Белов К. П., Левитин Р. З., Никитин С. А., Педько А. В. ЖЭТФ, **40**, 1562, 1961; Белов К. П., Левитин Р. З., Никитин С. А. «Изв. АН СССР», сер. физич., **25**, 1382, 1961; Белов К. П., Никитин С. А. ЖЭТФ, **42**, 403, 1962; Никитин С. А. ЖЭТФ, **43**, 31, 1962; Белов К. П., Левитин Р. З., Пономарев Б. К. ЖЭТФ, **49**, 1733, 1965.
3. Lee E., Alberts L. Proc. Phys. Soc., **79**, 997, 1962; Legvold S., Alstad I. Phys. Rev. Lett., **10**, 509, 1963.
4. Белов К. П., Соколов В. И. ЖЭТФ, **48**, 979, 1965.
5. Белов К. П., Кирюхин В. П., Соколов В. И. ЖЭТФ, **3**, 329, 1966.

О. Ф. Куликов, Ю. М. Лоскутов, А. С. Яров

Стабилизация бетатронных колебаний

В докладе излагаются результаты исследования радиационных эффектов при движении релятивистских электронов в синхротроне в специальном режиме его работы, при котором энергия электронов оставалась постоянной на уровне 285 Мэв в течение 0,5 сек. Исследование проводилось оптическими методами на 680 Мэв синхротроне ФИАН. Обнаружена стабилизация как радиальных, так и аксиальных бетатронных колебаний в этом режиме работы синхротрона, что имеет существенное значение для физики накопительных систем. Авторы дают интерпретацию этого явления. Последовательная теория радиационных эффектов в ускорителе, учитывающая квантование энергетических уровней электрона в радиальной и аксиальной осцилляторных ямах, позволила получить выражения для средних квадратов амплитуд установившихся колебаний при произвольной энергии электронов и определить причины стабилизации при различных энергиях. Вычисленные значения среднеквадратичных амплитуд установившихся колебаний хорошо согласуются с экспериментальными значениями, особенно для радиальных колебаний.

Ю. Н. Днестровский, Д. П. Костомаров

Численные методы исследования устойчивости плазмы

В ловушках с магнитными пробками средняя поперечная энергия ионов E_{\perp} , как правило, много больше продольной E_{\parallel} . Кроме того, ионы с малыми поперечными скоростями не удерживаются магнитным полем и выходят вдоль силовых линий из объема плазмы. В результате функция распределения ионов по скоростям обладает сильной анизотропией по направлениям вдоль и поперек магнитного поля \vec{H} , а ее максимум по поперечным скоростям сдвинут относительно нуля. Указанные особенности функции распределения приводят к неустойчивости колебаний, частота которых близка к циклотронной частоте ионов («циклотронная неустойчивость»). Условия появления

неустойчивых колебаний сильно зависят от типа волн, величины анизотропии $\tau = \frac{E_{\perp}}{E_{\parallel}}$,

плотности плазмы и температуры электронов T_e . Дисперсионное уравнение, описывающее зависимость частоты колебаний от волнового числа, исследуется машинными методами с помощью теории аналитических функций. Для значений параметров, соответствующих плазме в установках Огра (СССР), Алиса (США), Феникс (Англия), устанавливается граница области существования неустойчивых колебаний, вычисляется минимальное значение параметра анизотропии, начиная с которого появляется неустойчивость. Показано, в частности, что при нагреве электронов до температуры $T_e \sim T_i$ устойчивость плазмы улучшается, а при дальнейшем подъеме T_e устойчивость ухудшается.

Другой важный тип неустойчивых колебаний в плазме («желобковая неустойчивость») связан с неоднородностью плазмы и магнитного поля в пространстве. Исследование этой неустойчивости в кинетическом приближении приводит к сложным несамосогласованным задачам на собственные значения для дифференциальных и интегральных уравнений. Применение метода Галеркина к решению задач подобного типа позволяет получить трансцендентные уравнения для приближенного определения собственных значений. С помощью машинных методов исследуется зависимость областей неустойчивости в пространстве параметров от типа волны, профиля плотности, температуры плазмы, электрического и магнитного полей. Показано, в частности, что граница устойчивости сильно зависит от направления и профиля электрического поля, т. е. в конечном счете от распределения ионов и электронов по объему плазмы.

Донный сейсмический эксперимент в Черном море

В докладе дано описание созданного на кафедре физики Земли прибора для непрерывной регистрации (в течение 2-х суток) сейсмических явлений на дне моря.

Применение прибора для исследования уровня и частотного состава сейсмических шумов на дне моря на различных глубинах и при разных погодных условиях показало, что для ряда морских и океанических областей можно существенно увеличить эффективную чувствительность сейсмометрической аппаратуры в диапазоне частот 1—20 *гц*, установленной на дне моря.

Проведена работа по регистрации слабых сейсмических толчков в центре крымской эпицентральной области на глубине 2000 м. Большая эффективная чувствительность регистрирующей аппаратуры и близость ее к очагам сейсмических толчков позволили значительно повысить число регистрируемых микроземлетрясений по сравнению с береговыми пунктами. Это дает возможность изучения связи повторяемости микроземлетрясений с появлением более сильных толчков.

Применение данной сейсмометрической аппаратуры для активного изучения строения земной коры и верхней мантии Земли (ГСЗ) в море показало на существенное увеличение возможностей метода.

А. С. Логгинов, К. Я. Сенаторов, О. Д. Кнаб, В. В. Курылев,
В. И. Магалайс

Исследование спектров излучения полупроводниковых лазеров

Проведено экспериментальное исследование взаимосвязи спектральных характеристик излучения полупроводниковых инжекционных лазеров и пространственного распределения свечения вдоль *p-n*-перехода (ближнее поле).

Исследована динамика ближнего поля и ее связь с временной зависимостью спектров излучения, обусловленные импульсным разогревом *p-n*-перехода лазерного диода и сопровождающими его физическими явлениями в *p-n*-переходе.

Показано, что наблюдаемый сложный состав спектров излучения полупроводниковых лазеров, не соответствующий правилу отбора мод в резонаторе Фабри—Перо, обусловлен независимой генерацией излучения в отдельных светящихся каналах *p-n*-перехода. Излучение отдельных групп мод в спектрах, как и излучение светящихся областей *p-n*-перехода, преимущественно линейно поляризовано в плоскости *p-n*-перехода или перпендикулярно ей. С увеличением числа светящихся каналов и ростом интенсивности их излучения при увеличении тока между ними происходит оптическое взаимодействие. Оптическое взаимодействие приводит к тому, что длина волны излучения некоторых каналов генерации меняется с возникновением новых близлежащих областей генерации.

Исследованиями динамики спектров излучения установлено, что взаимодействие между каналами осуществляется не только за счет оптической связи, но и благодаря перераспределению тока между каналами при изменении для них температурных условий генерации. Перераспределение тока вызывается резким изменением времени жизни носителей при возбуждении или срыве генерации в отдельных областях *p-n*-перехода.

Непосредственное наблюдение этого явления осуществлялось с помощью электронно-оптического преобразователя ПИМ-3. Использование преобразователя, работающего в режиме щелевой развертки, позволило получить временную зависимость пространственного распределения свечения вдоль *p-n*-перехода при прохождении через него импульса тока. Изменение пространственного распределения свечения наглядно свидетельствует о перераспределении тока, протекающего через *p-n*-переход.

Результаты такого исследования показали, что разогрев *p-n*-перехода лазерного диода при токах накачки, в несколько раз превышающих пороговый, имеет локальный характер и в основном обусловлен поглощением излучения вблизи генерирующего канала, а не джоулевыми потерями в полупроводниковом материале и контактах лазерного диода.

А. Г. Восканян, Г. Г. Хунджа, А. А. Пивоваров, Ю. Г. Пыркин

Методика дистанционной регистрации распределения температуры и скорости течений в поверхностном слое моря

Дается описание комплекса новой гидрофизической аппаратуры для непрерывной регистрации температуры, разности температур, модуля скорости, направления морских течений и глубины погружения прибора. Датчиками температуры служат

платиновые термометры сопротивления, датчиком давления — мембранный манометр с потенциометрическим выходом. Температура, разность температур и давление регистрируются на потенциометрах типа ЭПП-09. Датчиком модуля скорости является четырехзаходный геликоидальный винт, а датчиком направления течения — рамка, вращающаяся в магнитном поле земли. Регистрация модуля скорости течения осуществляется электронным измерителем скорости счета импульсов. Предусмотрены выход для возбуждения шлейфового осциллографа и блок программного устройства включения измерительных каналов. Регистрация направления течения осуществляется электронным устройством на осциллографической трубке.

Все измерительные системы размещены в защитных контейнерах и составляют подводную часть аппаратуры. Регистрирующие устройства объединены в единый пульт управления и связаны с подводной частью кабелем.

Чувствительность разработанной аппаратуры составляет: при регистрации абсолютных значений температуры $0,05^\circ$ в интервале температур 5° — 25° ; разности температур — $0,02^\circ$; модуля скорости — 1 см/сек в диапазоне до 170 см/сек ; направления течения — 2° и глубины погружения не менее 1% .

С помощью этой аппаратуры в экспедициях на Черном море получен большой экспериментальный материал по исследованию температурной структуры поверхностного слоя моря и впервые проведена непрерывная регистрация градиента температуры.
