

Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

В. М. КУКЛИН

**ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ
(ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА)**

Харьков – 2018

УДК 53.01
К 89

Рецензенты:

А. А. Рухадзе – главный научный сотрудник ИОФАН им. А. М. Прохорова, профессор, доктор физ.-мат. наук, действительный член Национальной академии наук Грузии;

В. А. Буц – начальник лаборатории ННЦ ХФТИ, профессор Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина, доктор физ.-мат. наук.

*Утверждено к печати решением Ученого совета
Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина
(протокол № 18 от 22 декабря 2017 года)*

Куклин В. М.

К 89 Избранные главы (теоретическая физика) / В. М. Куклин. – Х. : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2018. – 212 с.
ISBN 978-966-285-457-2

В книге рассмотрено спонтанное и индуцированное излучение частиц и волн. Изучается формирование когерентных импульсов вблизи обнаруженного нового порога индуцированного излучения. Показано, как модуляционные неустойчивости порождают самоподобные структуры и аномальные волны. Представлено сравнение динамики неустойчивости ленгмюровских колебаний в плазме и нагрева ионов в моделях Силина и Захарова. Рассматривается турбулентно-волновая неустойчивость и представлен новый подход к описанию эффекта Мессбауэра. Отмечено подобие процессов сверхизлучения и диссипативной неустойчивости. Исследуются структурные переходы в конвективном слое и возникновение крупномасштабных вихрей при модуляционной неустойчивости развитой конвекции и другие актуальные задачи.

Для специалистов, аспирантов и студентов физических факультетов.

УДК 53.01

ISBN 978-966-285-457-2

© Харьковский национальный университет
имени В. Н. Каразина, 2018

© Куклин В. М., 2018

© Рыжова Ю. Н., макет обложки, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	8
Введение.....	11
ЧАСТЬ I. ПРОЦЕССЫ В НЕРАВНОВЕСНЫХ СРЕДАХ.....	13
Глава 1. Спонтанное и индуцированное излучение.....	13
Раздел 1. Двухуровневая система.....	13
Литература к разделу 1.....	17
Раздел 2. Спонтанное и индуцированное излучение частиц пучка в плазме.....	18
Литература к разделу 2.....	23
Раздел 3. Спонтанные и индуцированные эффекты в рамках трехволнового взаимодействия.....	24
Литература к разделу 3.....	27
Глава 2. Спонтанное vs индуцированное излучение.....	28
Раздел 4. Новый порог индуцированного излучения.....	28
Литература к разделу 4.....	33
Раздел 5. Периодические изменения светимости квантовых источников..	33
Литература к разделу 5.....	36
Раздел 6. Турбулентно-волновая неустойчивость.....	37
Литература к разделу 6.....	40
Глава 3. Пространственно-временная динамика некоторых типов неустойчивостей.....	41
Раздел 7. Пространственно-временная динамика распадной трехволновой неустойчивости.....	41
Литература к разделу 7.....	45
Раздел 8. Пространственно-временная динамика пучково-плазменной неустойчивости.....	46
<i>Развитие кинетической неустойчивости.....</i>	<i>46</i>
<i>Развитие гидродинамической неустойчивости.....</i>	<i>47</i>
Литература к разделу 8.....	49
Глава 4. Диссипативные неустойчивости.....	50
Раздел 9. Диссипативные пучковые неустойчивости.....	50
<i>Аномальные потери энергии пучка.....</i>	<i>50</i>
<i>Многомодовые режимы.....</i>	<i>53</i>
Литература к разделу 9.....	55
Раздел 10. Пучковые неустойчивости при нелинейной и отрицательной диссипации.....	56
<i>Развитие пучковой неустойчивости в горячей плазме.....</i>	<i>56</i>
<i>Изменение характера пучковой неустойчивости с возбуждением поверхностных волн в плазме с размытой границей.....</i>	<i>58</i>

<i>Структура «волна – захваченные частицы»</i>	
<i>в слабоионизованном потоке газа</i>	58
Литература к разделу 10	60
Глава 5. Режимы сверхизлучения	61
Раздел 11. Формирование тонкой структуры электронных	
сгустков, инжектируемых в плазму	61
<i>Пример отрицательной макроскопической</i>	
<i>диэлектрической проницаемости</i>	61
<i>Кластеры</i>	64
<i>Самопрофилирование короткого сгустка электронов,</i>	
<i>движущегося в плазме</i>	65
Литература к разделу 11	68
Раздел 12. Диссипативные неустойчивости и режимы сверхизлучения	70
<i>Пучок электронов в продольно ограниченной системе</i>	70
<i>Система осцилляторов, центры которых неподвижны,</i>	
<i>в поле излучения</i>	72
Литература к разделу 12	74
Глава 6. Циклотронные неустойчивости потоков частиц	75
Раздел 13. Возбуждение ТЕ волны пучком заряженных частиц	78
Литература к разделу 13	81
Раздел 14. Уравнения, описывающие возбуждение ТМ волны	82
<i>Возбуждение продольной волны</i>	
<i>в магнитоактивном плазменном волноводе</i>	84
Литература к разделу 14	85
Глава 7. Модуляционная неустойчивость и самоподобные структуры	86
Раздел 15. Модуляционная неустойчивость	86
<i>Как начинается неустойчивость</i>	91
<i>Моделирование процесса при больших уровнях поглощения</i>	92
<i>Интегральные и локальные характеристики</i>	
<i>процесса неустойчивости</i>	93
Литература к разделу 15	95
Раздел 16. Формирование самоподобной структуры поля	96
<i>Долгоживущие квазиустойчивые состояния</i>	96
<i>Появление самоподобных структур поля</i>	97
Литература к разделу 16	99
Глава 8. Модуляционные неустойчивости.	
Возникновение волн аномальной амплитуды	100
Раздел 17. Модуляционная неустойчивость вдали от порога	100
<i>Неустойчивости волны большой амплитуды</i>	
<i>в 2D модели Лайтхилла</i>	102
<i>Сравнение 1D моделей Лайтхилла в случаях применения</i>	
<i>S-теории и прямого вычисления уравнения</i>	103

<i>Режим неустойчивости вдали от порога</i>	104
Литература к разделу 17	107
Раздел 18. Модуляционная неустойчивость гравитационных волн на поверхности воды	108
<i>Численный анализ динамики и статистические показатели при использовании S-теории</i>	110
<i>Сравнение 1D моделей в случаях применения S-теории и более общего описания</i>	113
Литература к разделу 18	117
Глава 9. Параметрическая и/или модуляционная неустойчивость интенсивных ленгмюровских колебаний в плазме	118
Раздел 19. Модели Силина и Захарова	118
<i>Проблемы описания</i>	119
<i>Уравнения гибридной модели Силина</i>	120
<i>Уравнения гибридной модели Захарова</i>	121
<i>Нелинейные режимы неустойчивостей</i>	124
Литература к разделу 19	126
Раздел 20. Сравнение моделей Силина и Захарова, нагрев ионов	128
<i>Результаты численного моделирования</i>	129
Литература к разделу 20	133
Глава 10. Структуры разного масштаба и топологии в тонком слое конвекции	134
Раздел 21. Структурно-фазовые переходы в тонком слое конвективно неустойчивой среды	134
<i>Уравнение Проктора – Сивашинского</i>	135
<i>Аморфное состояние. Механизм конкуренции мод</i>	137
<i>Структурно-фазовые переходы</i>	139
Литература к разделу 21	144
Раздел 22. Модуляционная неустойчивость системы конвективных ячеек в тонком слое. Эффект гидродинамического динамо	145
<i>Модель Сивашинского–Проктора–Письмена</i>	145
<i>Модуляционная неустойчивости системы конвективных ячеек</i>	145
<i>Эффект регулярного гидродинамического динамо</i>	147
Литература к разделу 22	148
ЧАСТЬ II. ПРИЛОЖЕНИЯ	149
Приложение I. Традиционный порог индуцированного излучения	149
Приложение II. Спонтанное и индуцированное излучение пучка электронов. Затухание Ландау. Уравнения кинетической неустойчивости горячего пучка электронов в плазме	150
Литература к приложению II	153

Приложение III.	О спонтанном и индуцированном излучении волнами.....	153
	<i>Об описании процессов самовоздействия.....</i>	155
	Литература к приложению III.....	156
Приложение IV.	О природе эффекта Мессбауэра.....	157
	<i>Учет процессов релаксации НЧ возбуждений</i>	
	<i>в сплошных средах.....</i>	159
	<i>Влияние дрожания потенциальной ямы.....</i>	160
	Литература к приложению IV.....	161
Приложение V.	Расчет параметров импульсов	
	индуцированного излучения.....	161
	Литература к приложению V.....	164
Приложение VI.	Вывод уравнений турбулентно	
	волновой неустойчивости.....	164
Приложение VII.	Пространственно-временная динамика неустойчивости	
	при трехволновом взаимодействии.....	165
Приложение VIII.	Пространственно-временное развитие	
	пучковой неустойчивости в плазме.....	167
Приложение IX.	Взаимодействие нерелятивистского пучка	
	электронов с плазмой в многомодовом режиме.....	168
Приложение X.	Кавитоны, формируемые в области	
	плазменного резонанса.....	170
	Литература к приложению X.....	172
Приложение XI.	Кильватерное поле движущегося	
	в плазме электронного сгустка.....	174
	<i>О применимости описания.....</i>	175
	Литература к приложению XI.....	177
Приложение XII.	Режим сверхизлучения сгустка осцилляторов.....	178
	<i>Поля отдельной частицы и сгустка частиц.....</i>	178
	<i>Режим сверхизлучения.....</i>	179
	Литература к приложению XII.....	181
Приложение XIII.	Вывод уравнений плазменного гиротрона.....	181
	<i>Уравнения плазменного гиротрона.....</i>	182
	Литература к приложению XIII.....	184
Приложение XIV.	Интегралы систем уравнений,	
	описывающих циклотронные неустойчивости.....	184
	Литература к приложению XIV.....	185
Приложение XV.	Модуляционная неустойчивость плоской волны	
	в двумерном случае.....	185
Приложение XVI.	Самоподобные структуры на поверхности	
	и в объеме кристаллов.....	187
	Литература к приложению XVI.....	191

Приложение XVII.	Природа вынужденной интерференции.....	192
	Литература к приложению XVII.....	193
Приложение XVIII.	Волны аномальной амплитуды в океане.....	193
	Литература к приложению XVIII.....	195
Приложение XIX.	Холодная плазма, одномерные уравнения Сирина.....	196
	Литература к приложению XIX.....	201
Приложение XX.	Аномальные осцилляции коэффициента отражения электромагнитной волны от поверхности плазмы.....	202
	Литература к приложению XX.....	204
Приложение XXI.	Критерии дефектности пространственных периодических структур.....	204
	<i>Спектральная и визуальная дефектности.....</i>	<i>204</i>
	<i>Учет внешнего шума и неустойчивости границ системы.....</i>	<i>205</i>
	Литература к приложению XXI.....	206
Приложение XXII.	О применимости модели Проктора-Сивашинского- Письмена к описанию модуляционной неустойчивости развитой структуры конвективных ячеек.....	206
	Литература к приложению XXII.....	207
Предметный указатель		208
Вместо заключения		210