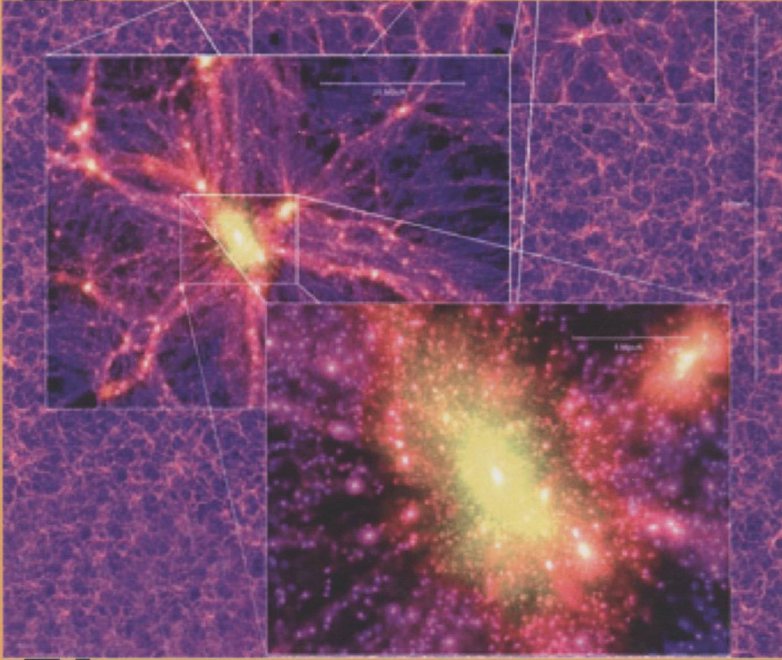


**Е.И. Нефедов  
Т.И. Субботина  
А.А. Яшин**



**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ  
С БИОЛОГИЧЕСКИМИ  
ОБЪЕКТАМИ**

Е.И. НЕФЁДОВ, Т.И. СУББОТИНА, А.А. ЯШИН

# **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ**

**(С ОСНОВАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ  
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ)**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

Под редакцией Е.И. Нефёдова и А.А. Хадарцева

*Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 2.12.03.04 и 2.12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»*

Электронно-  
Библиотечная  
Система  
znanium.com

Москва  
КУРС  
ИНФРА-М  
2020

Н 58

**Нефёдов Е.И., Субботина Т.И., Яшин А.А.**

Взаимодействие физических полей с биологическими объектами (с основами проектирования высокочастотной медико-биологической аппаратуры) / Под ред. Е. И. Нефёдова и А. А. Хадарцева: Учебное пособие — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2020. — 344 с.

ISBN 978-5-906818-19-5 (КУРС)

ISBN 978-5-16-011739-3 (ИНФРА-М, print)

ISBN 978-5-16-103867-3 (ИНФРА-М, online)

В учебном пособии дано систематическое изложение биофизических эффектов, характеризующих взаимодействие физических полей, преимущественно низкоинтенсивных электромагнитных, с биологическими объектами и используемых в биомедицине для оценки сано- и патогенного воздействия данных полей на процессы жизнедеятельности организма, в том числе человека, и для создания широкого класса исследовательской и лечебной физиотерапевтической аппаратуры, использующей эндогенное воздействие физических полей. Изложены - в авторской трактовке принципы и технические решения современной электродинамики: основы проектирования высокочастотной медико-биологической аппаратуры указанного выше назначения.

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки 2.12.03.04 и 2.12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» (квалификация «Бакалавр» и «Магистр»).

Учебное пособие может быть использовано для курсового и дипломного проектирования по указанным направлениям подготовки, а также студентов и аспирантов выше названных направлений, а также направлений 2.11.03.01 «Радиотехника» и 1.03.03.03 «Радиофизика и электроника» (квалификация «Бакалавр»).

ISBN 978-5-906818-19-5 (КУРС)

ISBN 978-5-16-011739-3 (ИНФРА-М, print)

ISBN 978-5-16-103867-3 (ИНФРА-М, online)

УДК 576.3.043(075.8)

ББК 071.2я73

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ<sup>1</sup></b>	<b>3</b>
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b>	<b>4</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>8</b>
<b>В.1. Диапазоны электромагнитных волн</b>	<b>8</b>
<b>В.2. Интегральные структуры и перспективы миниатюризации СВЧ и КВЧ аппаратуры сверхбыстрой обработки информации для целей медицинских, биологических, экологических и иных приложений</b> В.2.1 Системы быстрой и сверх быстрой обработки информации (12). В.2.2 Плоскостные и объемные интегральные схемы СВЧ и КВЧ (13). В.2.3. Основные принципы объемных интегральных схем СВЧ и КВЧ (13). В.2.4. О содержании нашего курса (15).	<b>12</b>
<b>В.3. Основные направления (тенденции) развития современной радиотехники - систем обработки информации</b> В.3.1. Интегральные схемы в радиотехнике (16). В.3.2. Изучение и техническое освоение новых, все более коротковолновых диапазонов электромагнитных (а также акустических и магнитостатических) волн (16). В.3.3. Повышение уровня мощности излучения (17). В.3.4. Установление фундаментальных пределов радиотехники (18). В.3.5. Переход к интегральной технологии (20) В.3.6. Автоматизированное проектирование систем сверх быстрой обработки информации (21). В.3.7 Переход к системам цифровой обработки информации (22). В.3.8. Проникновение идей и методов радиотехники в самые разнообразные отрасли человеческой жизни и деятельности (22)	<b>16</b>
<b>В.4. Живая материя как объект физических исследований</b> В.4.1 Введение и немного истории (27). В.4.2. Живая клетка как физическая система (30). В.4.3 Квантовый аспект организации и функционирования живого (32). В.4.4. Информационное содержание биосистем как физическая характеристика (34). В.4.5. Живая система как физический объект, работающий в устойчивом неравновесии (36)	<b>27</b>
<b>В.5. Информация, управляющий сигнал, модуляция, радиосигнал</b> В.5.1. Материя и информация (37). В.5.2. Управляющий сигнал. Радиосигнал (40). В.5.3. Спектральный анализ управляющих сигналов (42). В.5.4. Корреляционный анализ управляющих сигналов (45)	<b>37</b>
<b>Вместо заключения</b>	<b>47</b>
<b>ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ СВЧ и КВЧ ДИАПАЗОНОВ</b>	<b>48</b>
<b>1.1. Введение</b>	<b>48</b>
<b>1.2. Классификация линий передачи и краткая характеристика свойств электромагнитных волн в них распространяющихся</b> 1.2.1. Линии передачи с поперечной (Т) волной (49). 1.2.2. Линии передачи (волноводы) с поперечно-магнитными (ТМ) и поперечно-электрическими (ТЕ) волнами (50). 1.2.3. Линии передачи открытого (полукрытого) типа. Поверхностные	<b>49</b>

<sup>1</sup> Сокращения узкоспециальных терминов в области биологии и физики расшифровываются в тексте, а также в материалах небольшого *Словарика*

волны (52). 1.2.4. Квазиоптические линии передачи и некоторые элементы квазиоптического тракта (54). 1.2.5. Линии передачи волн оптического диапазона – световоды (58). 1.2.6. Основные характеристики линии передачи (60). 1.2.7. Классификация электродинамических структур (62)	
<b>1.3. Распределение интенсивности и картины электромагнитных полей в некоторых волноведущих структурах</b> 1.3.1. Плоская волна в свободном однородном пространстве и коаксиальной линии (65). 1.3.2. Прямоугольный волновод. Электрические волны (68). 1.3.3. Прямоугольный металлический волновод. Магнитные волны (69)	<b>65</b>
<b>Вместо заключения</b>	<b>71</b>
<b>ГЛАВА 2. ФИЗИЧЕСКИЕ И БИОФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ - ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В МЕДИЦИНЕ, БИОЛОГИИ, ЭКОЛОГИИ</b>	<b>73</b>
<b>2.1. Резонансные явления в Природе, электродинамике, технике, биологии</b> 2.1.1. Резонанс как общее явление (71). 2.1.2. Особенности ближнего поля - электромагнитное поле с явно выраженной продольной составляющей электрического поля (72). 2.1.3. Проникающая способность электромагнитного поля с явно выраженной продольной составляющей электрического поля (76).	<b>73</b>
<b>2.2. Уединенные волны - солитоны</b> 2.2.1. Основные свойства уединенных волн (77). 2.2.2. Место уединенных волн в математике, физике, биофизике, технике (79). 2.2.3. Уединенные волны - солитонные процессы в живом организме (82).	<b>80</b>
<b>2.3. Биологические эффекты и электромагнитное поле</b> 2.3.1. Биотропные параметры миллиметрового излучения (85). 2.3.2. Резонансный, нетепловой характер биологических эффектов и некоторые его следствия (87). 2.3.3. Влияние миллиметровых наносекундных импульсов с большой пиковой мощностью (90). 2.3.4. Биологические эффекты низкоинтенсивного миллиметрового излучения (91). 2.3.5. Наиболее существенные из биологических эффектов (92). 2.3.6. Основные биологические эффекты (92).	<b>88</b>
<b>2.4. Взаимная связь продольных электромагнитных волн с биологически активными точками</b> 2.4.1. Водные замечания (95). 2.4.2. Структура биологически активных точек (96). 2.4.3. Биологически активная точка как генератор и детектор (97). 2.4.4. Техника измерений параметров БАТ на КВЧ и некоторые результаты (97). 2.4.5. Представление системы БАТ с ЦНС в виде АФАР с нейрокомпьютером. (100).	<b>98</b>
<b>2.5. Взаимодействие вихревых электромагнитных полей и воды</b> 2.5.1. Общие соображения (101). 2.5.2. Техника, опыты, некоторые результаты (102).	<b>104</b>
<b>2.6. Физические эффекты взаимодействия продольных ЭМВ с веществом и их использование в военных технологиях</b> 2.6.1. Общий ввод (106). 2.6.2. Основные направления развития волнового оружия. Классификация волнового оружия (106). 2.6.3. Волновое оружие на основе акустических генераторов (США) (107). 2.6.4. Генераторы вихревого движения парамагнитной среды (108). 2.6.5. Волновое оружие на основе коротковолновых генераторов (109). 2.6.6. Физические основы действия волнового оружия (110). 2.6.7. Формирование продольных ЭМВ (111). 2.6.8. Волновые потоки в природных средах (114). 2.6.9. Поражающее действие потоков продольных ЭМВ на живые организмы (115). 2.6.10. Дистанционный перенос электронов. Волновое взаимодействие микроорганизмов с внешней средой (116). 2.6.11. Управление действием плазмOIDов на расстоянии (118). 2.6.12. Действие плазмOIDов на технические системы (119). 2.6.13. Вероятные направления разработки систем защиты и противодействия волновому оружию (119). 2.6.14. Методы создания активных сред и потоков (119). 2.6.15. Генераторы продольных электромагнитных волн (120). 2.6.16. Формирование волновых пакетов (121). 2.6.17. Гидровихревой генератор (121). 2.6.18. Гипотеза Г.Н.Петраковича (125). 2.6.19. Воздействие плазменных структур на технические сис-	<b>109</b>

темы (130). 2.6.20 Идеология разработки систем защиты и противодействия волновому оружию (131). 2.6.21. Иные приложения разработанных методов и систем (131).	
<b>Заключение</b>	<b>134</b>
<b>ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОФИЗИКА ≡ ≡ ФИЗИКА + ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ≡ ЖИВОГО</b>	<b>135</b>
<b>3.1. Введение: живая материя и электромагнитные поля</b> 3.1.1. Обобщенные операторы биоэлектродинамики (133). 3.1.2. Киральные поля (135). 3.1.3. Электромагнитное поле и дальное действие (136).	<b>135</b>
<b>3.2. Живая материя и физические струны</b> 3.2.1. Общие замечания (137). 3.2.2. Соотношение дискретного и непрерывного. Гармонический осциллятор (138). 3.2.3. Некоторые основные понятия теории струн (139). 3.2.4. Некоторые возможности аппарата физических струн (141). 3.2.5. Идея «мира на бране» (143). 3.2.6. Живая материя - физические струны – электромагнетизм (145). 3.2.7. Вместо заключения (145).	<b>140</b>
<b>3.3. Локализация электромагнитных волн в биологических средах и фазовые переходы</b> 3.3.1. Физика механизма локализации электромагнитных волн (146). 3.3.2. Фазовые переходы в биосистемах (148). 3.3.3. Квазикристаллическая модель биосреды и структурные фазовые переходы (150). 3.3.4. Необычные фазовые переходы 2-го рода (150).	<b>148</b>
<b>3.4. О материальных уравнениях электрофизики живых систем</b> 3.4.1. Отношение к классической электродинамике (151). 3.4.2. Физика живого и характеристика биосред (152). 3.4.3. Каналы распространения ЭМВ в биосистемах (156). 3.4.4. Методические вопросы формирования материальных уравнений биоэлектродинамики (156).	<b>153</b>
<b>3.5. Воздействие на биообъект КВЧ излучением, модулированным частотами <math>\Delta</math>-ритма головного мозга</b> 3.5.1. Вместо введения (157). 3.5.2. Эффект «электросна» у крыс при воздействии модулированным ЭМИ КВЧ (158). 3.5.3. Результаты некоторых опытов (159).	<b>160</b>
<b>3.6. Перенос функциональной информации с эталонного биообъекта на нетронутый в проходящем КВЧ излучении</b> 3.6.1. Общая идея (160). 3.6.2. Инструментальный опыт по доказательству явления пространственной модуляции (161). 3.6.3. Биофизический опыт по доказательству явления пространственной модуляции (162). 3.6.4. Результаты опыта в контрольных группах (163). 3.6.5. Результаты опытов при одновременном облучении больной и здоровой крысы (163). 3.6.6. Краткий биофизикоинформационный анализ результатов опытов (165). 3.6.7. Использование пространственной модуляции в КВЧ-терапии (166).	<b>163</b>
<b>3.7. Взаимодействие КВЧ излучения, прошедшего через биологические матрицы, на живой организм</b> 3.7.1. Вводное замечание (169). 3.7.2. Возможность подмены изначально заданного факта воздействием на биообъекты ЭМИ КВЧ (169). 3.7.3. Некоторые результаты (170).	<b>172</b>
<b>3.8. Эволюционная память живого при КВЧ облучения организма</b> 3.8.1. Постановка задачи исследования (171). 3.8.2. Категория эволюционной памяти (172). 3.8.3. Отдаленные болезненные реакции на воздействие ЭМИ КВЧ на организм (174). 3.8.4. Некоторые результаты (175). 3.8.5. Гипотеза об эволюционной памяти с точки зрения КВЧ-облучения организма (176).	<b>175</b>
<b>Заключение</b>	<b>182</b>
<b>ГЛАВА 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И ФРАКТАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ БИОСИСТЕМ</b>	<b>183</b>
<b>4.1. Фракталы и электродинамика живого</b> 4.1.1. Введение. Общий взгляд на электродинамику живого (181). 4.1.2. О пространственной организацией биоструктур. Самоподобие. (182). 4.1.3. Принцип не-	<b>183</b>

различимого тождества. Ветвления (162). 4.1.4. Уравнение Мандельброта и биоткань (183). 4.1.5. Информационная первооснова живых систем - структура и функции ДНК (185). 4.1.6. Фундаментальное правило эволюции (186). 4.1.7 ДНК и информация (187). 4.1.8. Спектральный подход и теория фракталов (187).	
<b>4.2. Приспособление аппарата фрактальной геометрии к биоэлектродинамике</b> 4.2.1 Дробная фрактальная размерность (189). 4.2.2. Дробная размерность - основа фрактальной геометрии биосистем (190). 4.2.3. Основные определения фрактальной геометрии в приложении к биосистемам (191)	191
<b>4.3. Дифракция и распространение ЭМВ в биологических фрактальных средах</b> 4.3.1. Рассеяние ЭМВ на фрактальной поверхности биообъектов (193). 4.3.2. Распространение ЭМВ в биологических фрактальных средах (194)	195
<b>4.4. Солитонно-голографические электромагнитные волны в биологических фрактальных средах</b>	201
<b>Заключение</b>	203
<b>ГЛАВА 5. ИНФОРМАЦИОННО-ПОЛЕВАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ БИОСИСТЕМ</b>	205
<b>5.1. Физическая структура живого</b> 5.1.1. Определение. Схема физической организации биообъекта (202). Общие характеристики организма (203)	205
<b>5.2. Общие принципы самоорганизации биосистем и роль информации</b> 5.2.1. Энтропия и самоорганизация (205). 5.2.2. Биообъект и внешняя среда (207)	208
<b>5.3. Информация самоорганизующихся биологических открытых систем и «энергоёмкость» информационных процессов</b> 5.3.1. Информация по Шеннону (209). 5.3.2. Энергетические характеристики биосистемы. Уравнение Фоккера-Планка (211). 5.3.3. Энергоёмкость биоинформации (212)	212
<b>5.4. Полевая самоорганизация биосистем</b> 5.4.1. Полевая самоорганизация биосистемы (213). 5.4.2. Нелокальный самосогласованный потенциал (215)	216
<b>5.5. Информационно-полевая самоорганизация биосистем с позиций фундаментальных законов Природы</b> 5.5.1. Определение. Закон Умова. (216). 5.5.2. Собственные частоты и спектр (217). 5.5.3. Резонансные и биоритмические частоты (218)	219
<b>Заключение</b>	223
<b>ГЛАВА 6. ФИЗИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ И ТЕХНИКИ ЖИВЫХ СИСТЕМ</b>	225
<b>6.1. Электрофизические и физико-топологические характеристики биоткани и фантомное моделирование органов человека</b> 6.1.1. Характеристики биоткани (221). 6.1.2. Некоторые данные измерений электрофизических параметров материала биоткани (224). 6.1.3. Метод измерения. Резонаторы (224). 6.1.4. Фантомное моделирование биообъектов (229)	225
<b>6.2. О возможном механизме активации собственных электромагнитных полей клеток организма при внешнем облучении</b> 6.2.1. Подходы к проблеме (231). 6.2.2. Анализ возможных объяснений механизма взаимодействия собственных полей клеток с внешними полями (232). 6.2.3. Корреляционный подход к объяснению механизма активации собственных полей клеток (234).	236
<b>Заключение</b>	242
<b>ГЛАВА 7. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА СВЧ, КВЧ И ОПТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ В ПРИМЕНЕНИИ К МЕДИЦИНЕ, БИОЛОГИИ, ЭКОЛОГИИ И ИНЫМ ПРИЛОЖЕНИЯМ</b>	243

<p><b>7.1. Моделирование и синтез объемных функциональных узлов для медицинской и биологической аппаратуры</b>  7.1.1. Моделирование неоднородностей - базовых элементов объемных функциональных узлов (238). 7.1.2. Методы декомпозиции (239)</p>	243
<p><b>7.2. Принципы построения объемных функциональных узлов</b>  7.2.1. Общая идея (241). 7.2.2. Неоднородности ОИС СВЧ и КВЧ (241). 7.2.3. Мостовые схемы в объемном исполнении (242). 7.2.4. Устройства обработки СВЧ-КВЧ сигнала (243)</p>	246
<p><b>7.3. Функциональные узлы ОИС СВЧ и КВЧ на реберно-диэлектрических структурах</b>  7.3.1. Реберно-диэлектрические структуры (245). 7.3.2. Устройства на основе РДЛ (245). 7.3.3. Некоторые комбинированные элементы (246)</p>	251
<p><b>7.4. Проектирование и синтез модулей ССОИ на ОИС и их ОИС - элементной базы</b>  7.4.1. Модули многофункциональных ОИС гибридного типа с поуровневой ориентацией (250). 7.4.2. Конструкции модулей с поуровневой ориентацией «жестких» диэлектрических слоев (251)</p>	255
<p><b>7.5. Осуществление непрерывного топологического поля в многофункциональных модулях ОИС СВЧ</b>  7.5.1. Модули со спиральным непрерывным топологическим полем (256). 7.5.2. Модули с послойной навивкой композиционной ленты с диэлектрическим слоем (258). 7.5.3. Модули МФ ОИС и ССОИ на ОИС комбинированного типа: «идеальные конструкции» (259). 7.5.4. Модули ССОИ на ОИС на основе реберно-диэлектрических объемных структур (262)</p>	262
<p><b>7.6. Радиотехническая и радиофизическая аппаратура для медицины и биологии</b>  7.6.1. Введение. Основные биотропные параметры (262). 7.6.2. Базовый аппарат для ММ-терапии «Явь-1» (263). 7.6.3. Другие приборы ММ-терапии, для которых прообразом явился аппарат «Явь-1» (264). 7.6.4. Миниатюрные аппараты для стационарного, амбулаторного и индивидуального использования (264). 7.6.5. Сверхминиатюрные аппараты для индивидуального использования типа «Ратибор» (267). 7.6.7. Аппаратура для облучения воды и водных растворов и некоторые «побочные» эффекты (268)</p>	269
<b>Заключение</b>	282
<b>ГЛАВА 8. АНОМАЛЬНЫЕ И ПАРАНОРМАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВОЙ</b>	283
<p><b>8.1. Основной, базовый принцип (теорема) электродинамики живых систем – передача биоинформации на расстоянии</b>  8.1.1. Введение (274). 8.1.2. Информационная функция электромагнитных полей в биосистемах (275). 8.1.3. Передача информации электромагнитными волнами в живом мире (277)</p>	283
<p><b>8.2. Экстрасенсорика, психотроника, зомбирование...</b>  8.2.1. Определения. Негативное воздействие ЭМП на человека (психотроника) (279). 8.2.2. Экстрасенсорика, парапсихология, лучевая терапия в электромагнитной биоинформатике (284)</p>	288
<p><b>8.3. Биологически информация, передаваемая через продукты питания</b>  8.3.1. Немного истории (288). 8.3.2. Пример холистической медицины (290). 8.3.3. Продуктовый геноцид как средство создания воображаемого, виртуального социума (293). 8.3.4. Генетически модифицированные продукты (298)</p>	297
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	310
<b>СЛОВАРИК НЕКОТОРЫХ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В КУРСЕ ПОНЯТИЙ</b>	311
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ И РЕКОМЕНДОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	323