

УЧЕБНИК

ББК  
20  
А 764

С.М. АПОЛЛОНСКИЙ

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

BOOK.ru

ЧИТАТЬ ONLINE

КНОРУС

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ  
МОНИТОРИНГА, ЭКСПЕРТИЗЫ  
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА  
И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

С.М. Аполлонский

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Рекомендовано  
Экспертным советом УМО в системе ВО и СПО  
в качестве **учебника** для направлений подготовки  
бакалавриата и магистратуры  
«Техносферная безопасность»  
и «Экология и природопользование»



**КНОРУС • МОСКВА • 2026**

УДК 504.062(075.8)

ББК 20.18я73

A76

**Рецензент**

Ю.П. Коськин, ЛЭТИ, научный консультант ООО «Центр электромеханотроники», д-р техн. наук, проф.

**Автор**

С.М. Аполлонский, Европейская академия естественных наук

**Аполлонский, Станислав Михайлович.**

**A76** Экологическая безопасность : учебник / С.М. Аполлонский. — Москва : КНОРУС, 2026. — 368 с. — (Бакалавриат и магистратура).

**ISBN 978-5-406-12921-0**

Содержит информацию об экологическом состоянии окружающей среды. Рассмотрены загрязнения биосферы от фоновых и антропогенных источников, создаваемых энергетическими предприятиями и другими объектами человеческой деятельности, а также методы контроля экологической безопасности в окружающей среде. Рассмотрено воздействие антропогенных физических полей на окружающую среду. Особое внимание уделено электромагнитным полям, их нормированию в производственных и жилых условиях, перспективам обеспечения безопасности от них, создав систему контроля с мероприятиями по мониторингу, экспертизе и прогнозированию.

Соответствует ФГОС ВО последнего поколения.

Для студентов, обучающихся по направлениям бакалавриата и магистратуры «Техносферная безопасность» и «Экология и природопользование».

**Ключевые слова:** экологическая безопасность; электромагнитная безопасность; мониторинг, экспертиза и прогнозирование окружающей среды; фоновые и антропогенные источники загрязнения.

554466

УДК 504.062(075.8)

ББК 20.18я73

**БИБЛИОТЕКА**

Аполлонский Станислав Михайлович

ФГАОУ ВО

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сибирский федеральный университет

университет № 689558. Формат 60×90/16. Гарнитура «Newton».

Усл. печ. л. 23,0. Уч.-изд. л. 19,5.

ООО «Издательство «КноРус».

117218, г. Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2.

Тел.: +7 (495) 741-46-28.

E-mail: welcome@knorus.ru www.knorus.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт».

109316, г. Москва, Волгоградский проспект,  
д. 42, корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н

© Аполлонский С.М., 2026

© ООО «Издательство «КноРус», 2026

ISBN 978-5-406-12921-0

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	9
Принятые сокращения.....	13
Введение .....	15
<b>Раздел I</b>	
<b>МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ МОНИТОРИНГА, ЭКСПЕРТИЗЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....</b>	<b>18</b>
<b>Глава 1. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>18</b>
1.1. Оценка состояния окружающей среды .....	18
1.1.1. Нормативные экологические показатели .....	18
1.1.2. Санитарно-гигиенические показатели окружающей среды .....	19
1.1.3. Экологические критерии.....	20
1.1.4. Оценка степени антропогенных изменений природной среды .....	21
1.2. Аксиомы техносферной безопасности.....	23
1.3. Методы управления техносферной безопасностью .....	25
1.4. Техносферная безопасность в условиях перехода к устойчивому развитию страны .....	26
1.5. Критерии комфортности, безопасности техносферы.....	27
1.6. Контактные методы контроля окружающей среды.....	29
1.7. Дистанционные методы контроля окружающей среды .....	30
1.8. Биологические методы контроля окружающей среды .....	34
1.9. Аппаратурное обеспечение экологического мониторинга и экспертизы ЭМП .....	40
1.9.1. Вводные замечания .....	40
1.9.2. Общие характеристики аппаратуры мониторинга и экспертизы ЭМП .....	41
1.9.3. Частные особенности аппаратуры мониторинга и экспертизы ЭМП.....	48
1.10. Экспертиза измерений ЭМП.....	54
1.10.1. Общие принципы измерения ЭМП .....	56
1.10.2. Принцип дозовой нагрузки .....	59
1.10.3. Статистические характеристики результатов измерения ЭМП.....	60

1.10.4. Измерения на фоне полей промышленной частоты.....	65
1.10.5. Особенности мониторинга ЭМП радиочастотного диапазона.....	68
Контрольные вопросы и задания .....	71
Темы для рефератов.....	72
Литература .....	72
<b>Глава 2. МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>73</b>
2.1. Основные понятия о мониторинге.....	73
2.2. Общая структура мониторинга .....	74
2.3. Классификация видов мониторинга .....	79
2.4. Информационно-аналитическое обеспечение при мониторинге.....	81
2.4.1. Управление мониторингом окружающей среды .....	81
2.4.2. Информационно-аналитическое управление при мониторинге окружающей среды .....	94
2.5. Системы автоматического мониторинга .....	97
2.6. Мониторинг состояния отдельных природных сред.....	98
2.6.1. Мониторинг состояния атмосферного воздуха .....	98
2.6.2. Посты мониторинга атмосферы.....	100
2.6.3. Мониторинг вод морей и океанов .....	106
2.6.4. Мониторинг подземных вод и недр .....	117
2.7. Государственный мониторинг геологической среды (недр).....	121
2.7.1. Мониторинг земель, почв и растительности.....	122
2.8. Специализированные системы мониторинга .....	127
2.8.1. Глобальный фоновый мониторинг .....	127
2.8.2. Мониторинг радиоактивного заражения .....	130
2.8.3. Геосистемный (ландшафтно-экологический) мониторинг.....	134
Контрольные вопросы и задания .....	137
Темы рефератов.....	138
Литература .....	138
<b>Глава 3. ЭКСПЕРТИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>139</b>
3.1. Правовые основы оценки воздействия на окружающую среду и экологической экспертизы .....	139
3.1.1. Содержание оценки воздействия на окружающую среду .....	139
3.1.2. Виды экологической экспертизы .....	142
3.2. Государственная экологическая экспертиза .....	145
3.2.1. История развития и нововведения в ГЭЭ.....	145

3.2.2. Основные положения экологической экспертизы .....	149
3.2.3. Порядок проведения ГЭЭ .....	153
<b>3.3. Общественная экологическая экспертиза.....</b>	<b>156</b>
3.3.1. История развития ОЭЭ .....	156
3.3.2. Нормативно-правовое обеспечение .....	160
3.3.3. Порядок проведения ОЭЭ .....	162
3.3.4. Возможности ОЭЭ в современных условиях .....	168
Контрольные вопросы и задания .....	169
Темы рефератов.....	170
Литература .....	170

## **Глава 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....** 170

4.1. Теоретические аспекты экологического прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	170
4.1.1. Задачи, цели и принципы прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	170
4.1.2. Задачи, цели и принципы прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	180
4.2. Государственное регулирование прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	183
4.2.1. Законодательное регулирование процедуры прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	183
4.2.2. Нормативное регулирование прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	185
4.2.3. Административное регулирование прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	187
4.2.4. Экономическое регулирование прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	189
4.3. Анализ существующих методов прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	190
4.3.1. Процедура проведения прогнозирования состояния окружающей среды в регионе .....	190
4.3.2. Методы экологического прогнозирования состояния окружающей среды .....	193
4.3.3. Статистические методы прогнозирования .....	195
4.3.4. Методы моделирования при экологическом прогнозировании .....	198
4.4. Математические модели прогнозирования состояния окружающей среды при аварийных техногенных загрязнениях.....	203

Контрольные вопросы и задания .....	206
Темы рефератов.....	207
Литература .....	207
<b>Раздел II</b>	
<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА</b>	
<b>И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ</b> .....	209
<b>Глава 5. РАСЧЁТ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ТЕХНОГЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ .....</b>	210
5.1. Расчёт техногенных физических полей, действующих на окружающую среду .....	210
5.2. Особенности расчёта сочетанного воздействия техногенных физических полей .....	215
5.3. Особенности расчёта сочетанного воздействия электромагнитных полей широкого спектра частот .....	222
5.4. Особенности расчёта сочетанного воздействия шума и других физических полей.....	225
5.5. Нормирование сочетанного воздействия физических полей и других факторов.....	229
5.6. Перспективы изменения уровней физических полей в техносфере .....	238
Контрольные вопросы и задания .....	240
Темы для рефератов.....	241
Литература .....	241
<b>Глава 6. ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В МЕГАПОЛИСЕ .....</b>	242
6.1. Электромагнитные аспекты градостроительных проблем мегаполиса.....	242
6.1.1. Применение геоинформационных технологий для анализа и регулирования электромагнитного загрязнения в мегаполисе.....	242
6.1.2. Геопатогенные зоны в мегаполисе .....	248
6.1.3. Инженерно-экологические изыскания при строительстве.....	251
6.1.4. Глобальная система мониторинга окружающей среды.....	255
6.2. Рекомендации по обеспечению ЭМБ в урбанизированном пространстве.....	257
6.2.1. Повышение качества электроэнергии в системах электроснабжения мегаполиса .....	257
6.2.2. Способы снижения ЭМП и ЭМИ в среде с электромагнитным загрязнением.....	260
6.2.3. Оценка и профилактика гипогеомагнитных полей .....	262
6.3. Проблемы размещения электроэнергетического оборудования в урбанизированном пространстве .....	265
Контрольные вопросы и задания .....	271

Темы для рефератов.....	272
Литература .....	272
<b>Глава 7. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>	
<b>БИОСФЕРЫ И ЧЕЛОВЕКА В УРБАНИЗИРОВАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ .....</b>	275
7.1. Электромагнитная безопасность человека в помещении .....	275
7.1.1. Введение .....	275
7.1.2. ЭМП в помещении от внешних источников.....	278
7.1.3. ЭМП в помещении от внутренних источников .....	280
7.2. Обеспечение электромагнитной безопасности при эксплуатации компьютерной техники .....	284
7.2.1. Введение .....	284
7.2.2. Вредные производственные факторы на рабочем месте пользователя .....	285
7.2.3. Санитарно-гигиеническое нормирование вредных производственных факторов на рабочем месте пользователя ПЭВМ .....	288
7.3. Средства обеспечения ЭМБ человека в помещении .....	289
7.3.1. Общие принципы инженерно-технической защиты.....	289
7.3.2. Защита от статического электричества .....	290
7.3.3. Защита от постоянных ЭП и МП .....	293
7.3.4. Защита от ЭМП промышленной частоты.....	294
7.3.5. Защита от ЭМП радиочастот.....	295
7.3.6. Защита от геопатогенных зон.....	299
7.3.7. Защита от ионизирующих излучений .....	300
7.4. О проблемах нормирования электромагнитного загрязнения в помещении .....	301
Контрольные вопросы и задания .....	305
Темы рефератов.....	306
Литература .....	307
<b>Глава 8. НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМП В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ .....</b>	308
8.1. Основы правового и нормативного обеспечения ЭМБ .....	308
8.2. Принципы нормирования ЭМП .....	311
8.3. Параметры ЭМП, регламентируемые санитарно-гигиеническими нормативами.....	318
8.4. Категория людей, подвергающихся воздействию ЭМП.....	320
8.5. Гигиеническое нормирование ЭМП .....	323

8.5.1. Общие сведения .....	323
8.5.2. Отечественные нормативы ЭМП.....	324
8.5.3. Международные стандарты ЭМП .....	338
8.6. Методические принципы расчётного прогнозирования ЭМП вблизи излучающих источников .....	350
8.6.1. Общий подход к прогнозированию параметров электромагнитной среды.....	350
8.6.2. Методы прогнозирования.....	350
8.6.3. Оценка прогнозов .....	354
8.7. Нормативные акты для мобильной связи.....	357
8.8. Об особенностях нормирования параметров электромагнитной среды на электрифицированном транспорте .....	359
Контрольные вопросы и задания .....	363
Темы рефератов.....	364
Литература .....	364

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Окружающая среда в той или иной мере воздействует на флору, фауну и человека. Изучение жизнедеятельности человека невозможно без учета характеристик окружающей его и постоянно действующей на него среды. «Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него». Более того, «...жизнь ... вписана многочисленными механизмами во все законы мира, которые существовали до происхождения жизни». Говоря о многомерности окружающего нас пространства, следует подразумевать существование любого тела не в трехмерном, а именно в четырехмерном пространстве, где в качестве четвертого измерения выступает собственно время. Вместе с тем, пространство и время, взятые по отдельности, не являются таким абсолютным законом вселенной, как комплекс пространство — время. Уже примитивные живые существа были «вписаны» в основные законы пространственно-временных соотношений, и потому эти законы стали абсолютными факторами, определяющими приспособление живой материи к внешнему миру. Пространственно-временные соотношения — тот фундамент, на котором первичная жизнь приобретала свои приспособительные свойства.

Основное влияние на загрязнение окружающей среды оказывает энергетика и другие технические средства, созданные человечеством во время его существования.

Проблемы использования энергетических ресурсов состоят в постоянном увеличении их потребления. В настоящее время одним из основных «потребителей» энергии является производство электроэнергии (ЭЭ). Сама по себе ЭЭ считается экологически чистой, но процесс получения, передачи и использования ведёт к переработке огромного количества первичных энергоносителей, что оказывает негативное влияние на окружающую среду, и при существующих темпах развития экономики вредные экологические воздействия будут только расти. В ряду экологических проблем стоят нарушение поверхности при добыче топлива, загрязнение отходами производства и тепловое за-

грязнение в результате рассеивания тепла, что связано с нарушением озонового слоя и потеплением климата.

На современном этапе развития человечества проблема взаимодействия энергетики и окружающей среды приобретает новые черты, распространяя влияние на огромные территории, большинство рек и озер, громадные объемы атмосферы и гидросфера Земли. Еще более значительные масштабы развития энергоснабжения и энергопотребления в обозримом будущем предопределяют дальнейший интенсивный рост их разнообразных воздействий на все компоненты окружающей природной среды в глобальном масштабе.

В современном мире энергетика является основой развития базовых отраслей промышленности, определяющих прогресс общественного производства. Во всех промышленно развитых странах темпы развития энергетики опережали темпы развития других отраслей.

В то же время энергетика — один из источников неблагоприятного воздействия на окружающую среду и человека. Она влияет на атмосферу (потребление кислорода, выбросы газов, влаги и твердых частиц), гидросферу (потребление воды, создание искусственных водохранилищ, сбросы загрязненных и нагретых вод, жидких отходов) и на литосферу (потребление ископаемых топлив, изменение ландшафта, выбросы токсичных веществ).

Важнейшей стороной проблемы взаимодействия энергетики и окружающей среды в современных условиях является определяющая роль природной среды в решении практических задач энергоснабжения (выбора типа энергетических установок, дислокации предприятий, единичных мощностей энергетического оборудования и энергоресурсов, учет их влияния на окружающую среду, применение энергосберегающих технологий и мероприятий и др.).

Следует обратить внимание и на другой важный экологический фактор — загрязнение окружающей среды физическими полями от объектов энергетики и транспорта: электромагнитными, акустическими, тепловыми, радиационными и др., действующими на технические объекты и человека.

Несмотря на отмеченные факторы отрицательного воздействия энергетики на окружающую среду, рост потребления энергии не вызывал особой тревоги у широкой общественности. Так продолжалось до середины 70-х гг., когда в руках специалистов оказались многочисленные данные, свидетельствующие о сильном антропогенном давлении на климатическую систему, что таит угрозу глобальной катастрофы при неконтролируемом росте энергопотребления. С тех пор ни одна

другая научная проблема не привлекает такого пристального внимания, как проблема настоящих, а в особенности предстоящих изменений климата.

Считается, что одной из главных причин этого изменения является энергетика. Под энергетикой при этом понимается любая область человеческой деятельности, связанная с производством и потреблением энергии. Значительная часть энергетики обеспечивается потреблением энергии, освобождающейся при сжигании органического ископаемого топлива (нефти, угля и газа), что, в свою очередь, приводит к выбросу в атмосферу огромного количества загрязняющих веществ.

Такой упрощенный подход уже наносит реальный вред мировой экономике и может нанести смертельный удар по экономике тех стран, которые еще не достигли необходимого для завершения индустриальной стадии развития уровня потребления энергии, в том числе и РФ.

В действительности все обстоит гораздо сложнее. Помимо парникового эффекта, ответственность за который частично лежит на энергетике, на климат планеты оказывает влияние ряд естественных причин: солнечная активность, вулканическая деятельность, параметры орбиты Земли, автоколебания в системе атмосфера — океан. Корректный анализ проблемы возможен лишь с учетом всех факторов, при этом, разумеется, необходимо внести ясность в вопрос, как будет вести себя мировое энергопотребление в ближайшем будущем, действительно ли человечеству следует установить жесткие самоограничения в потреблении энергии с тем, чтобы избежать катастрофы глобального потепления.

Потребление энергии на душу населения в мире обнаруживает явную тенденцию к стабилизации. Следует отметить, что этот процесс начался еще около 25 лет тому назад, т.е. задолго до нынешних спекуляций на глобальном изменении климата. Такое явление в мирное время наблюдается впервые с начала индустриальной эпохи и связано с массовым переходом стран мира в новую, постиндустриальную стадию развития, в которой потребление энергии на душу населения остается постоянным. Указанный факт имеет весьма важное значение, поскольку в результате и величина общего потребления энергии в мире растет гораздо более медленными темпами. Можно утверждать, что серьезное замедление темпов роста энергопотребления оказалось полной неожиданностью для многих прогнозистов.

Прогнозов о развитии энергетики сейчас очень много. Тем не менее, несмотря на улучшившуюся методику прогнозирования, специалисты, занимающиеся прогнозами, не застрахованы от просчетов, и не имеют достаточных оснований говорить о большой точности своих прогнозов для такого временного интервала, каким являются 40–50 лет.