

С.М. Аполлонский

# **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ В РОССИИ**

Монография

**RU**  
**sci**ence  
RUS-SCIENCE.RU

С.М. Аполлонский

---

# ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ В РОССИИ

Монография

Научная библиотека СФУ



A1451891B

RU  
**sci**ence  
RUS-SCIENCE.RU  
Москва  
2026

УДК 621.31

ББК 31+31.27+31.29

A76

**Рецензенты:**

**М.А. Шакиров**, профессор кафедры «Теоретическая электротехника и электромеханика», Институт энергетики и транспортных систем, Санкт-Петербургский университет Петра Великого, д-р техн. наук, проф.,

**А.Н. Горский**, профессор кафедры «Теоретические основы электротехники» Санкт-Петербургского государственного университета путей сообщения (ПГУПС) им. Императора Александра I, д-р техн. наук, проф.

**Аполлонский, Станислав Михайлович.**

A76

Энергосберегающие технологии в энергетике в России : монография / С.М. Аполлонский. — Москва : РУСАЙНС, 2026. — 442 с.

**ISBN 978-5-466-11059-3**

Рассмотрены перспективные направления энергосбережения в энергетике России, способствующие снижению разных видов загрязнения в окружающей среде.

Книга даёт возможность познакомиться с нормативно-правовыми актами и стандартами, регулирующими эти вопросы в России и Евросоюзе.

*Предназначена для студентов электротехнических учебных заведений, обучающихся по направлению 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника», а также по другим направлениям, связанным с электроэнергетикой; для магистров и аспирантов, специализирующихся в области электроэнергетики; для научных и инженерно-технических работников, занимающихся проблемами энергосбережения.*

**Ключевые слова:** энергетика; энергосберегающие технологии; энергосбережение в электроэнергетических системах; энергосбережение в персональных компьютерах; менеджмент в энергетике.

554744

УДК 621.31

ББК 31+31.27+31.29

ISBN 978-5-466-11059-3



© Аполлонский С.М., 2026

© ООО «РУСАЙНС», 2026

# Оглавление

Предисловие .....	7
Введение .....	11
Принятые сокращения .....	12
<b>Тема 1. Модели и мероприятия</b>	
<b>в области энергосберегающих технологий .....</b>	<b>14</b>
1.1. Проблемы энергосбережения и ресурсосбережения .....	14
1.1.1. Ресурсосбережение на объектах энергетики .....	14
1.1.2. Государственное регулирование в области ресурсо- и энергосбережения .....	16
1.1.3. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии .....	33
1.2. Применение обучающих моделей при формировании стратегий энергосбережения .....	47
1.3. Экономический анализ эффективности проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности .....	55
1.4. Аналитические методы и модели оценки эффективности инвестиционных проектов .....	63
Библиографический список .....	69
<b>Тема 2. Логистические цепи как основа ресурсосбережения</b>	
<b>в энергетике .....</b>	<b>71</b>
2.1. Логистика в энергетике .....	71
2.1.1. Технологические и экономические особенности энергетического производства .....	71
2.1.2. Особенности логистических процессов в энергетике .....	73
2.1.3. Основные параметры логистической системы на предприятиях энергетики .....	77
2.2. Организация логистического процесса на предприятиях энергетики .....	81
2.2.1. Теоретические основы стратегического планирования в энергетике .....	81
2.2.2. Особенности стратегического и тактического планирования на предприятиях энергетики .....	85
2.2.3. Основные параметры логистической системы на предприятиях энергетики .....	86
2.2.4. Определение потребностей логистической системы .....	88

2.3. Управление логистическими процессами на предприятиях энергетики .....	89
2.3.1. Основы управления логистическими процессами на энергетическом предприятии .....	89
2.3.2. Ресурсы для производственного процесса .....	91
2.3.3. Оценка рентабельности и оптимизация логистических процессов на энергетическом предприятии .....	94
2.4. Оптимизация ресурсов энергетических предприятий по логистическим потокам .....	99
2.5. Оценка инвестиционных проектов в логистической системе .....	103
2.6. Оценка эффективности работы логистических систем .....	105
2.6.1. Основы контроля и оценки эффективности функционирования логистических операций .....	105
2.6.2. Расчёты основных показателей эффективности функционирования логистической системы и отдельных её элементов .....	111
2.6.3. Анализ показателей работы логистической системы с точки зрения её эффективности .....	111
2.6.4. Методика анализа выполнения стратегического и оперативного логистических планов .....	115
2.6.5. Критерии и методы оценки рентабельности функционирования логистической системы и её отдельных элементов. ....	117
Библиографический список .....	122
<b>Тема 3. Инновационные энергосберегающие технологии в электроэнергетике.....</b>	<b>123</b>
3.1. Энергетическая стратегия РФ .....	123
3.2. Анализ рынка инновационных энергосберегающих технологий .....	127
3.2.1. Определение понятия инноваций в сфере энергосбережения и их классификация .....	127
3.2.2. Анализ инновационных технологий энергосбережения, используемых при производстве энергии .....	134
3.2.3. Анализ инновационных энергосберегающих технологий при передаче энергии .....	144
3.2.4. Механизм повышения эффективности инновационной деятельности энергосбытовых компаний в сфере энергосбережения .....	148
3.2.5. Анализ энергосберегающих программ, используемых на промышленных предприятиях .....	151
3.3. Показатели и критерии оценки эффективности энергосбережения .....	160



3.4. Роль учебных заведений в реализации инновационных энергосберегающих технологий.....	164
3.5. Зарубежный опыт социально-экономического развития систем управления энергоресурсами.....	167
Библиографический список .....	177
<b>Тема 4. Оценка эффективности энергосберегающих технологий.....</b>	<b>181</b>
4.1. Сравнительный анализ методических подходов к оценке эффективности энергосберегающих технологий.....	181
4.2. Оценка эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий в стационарной теплоэнергетике.....	191
4.3. Структура управления в сфере энергосбережения .....	198
4.4. Порядок отбора мероприятий по энергосбережению .....	204
4.5. Мониторинг и управление энергоэффективностью объектов энергетики .....	209
4.6. Энерго-сервисная деятельность .....	214
Библиографический список .....	223
<b>Тема 5. Проблемы менеджмента в энергетике .....</b>	<b>225</b>
5.1. Особенности менеджмента в электроэнергетике .....	225
5.2. Энергетический менеджмент – важнейший компонент политики энергосбережения предприятий .....	229
5.3. Управление инновациями в энергетике.....	232
5.4. Проблемы разработки и внедрения системы энерго-менеджмента в РФ.....	236
5.5. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в РФ.....	241
5.6. Инновационный менеджмент в энергокомпаниях .....	246
5.7. Совершенствование менеджмента на предприятиях ТЭК.....	251
5.8. Подготовка кадров в инновационной энергетике .....	256
5.9. Проблемы менеджмента в научном процессе .....	261
5.10. Зарубежный опыт социально-экономического развития систем управления энергоресурсами.....	274
Библиографический список .....	282
<b>Тема 6. Интеллектуальные энергосберегающие технологии .....</b>	<b>285</b>
6.1. Энергосберегающие технологии будущего.....	285
6.2. Интеллектуальные электрические сети в РФ .....	290
6.2.1. Проблемы внедрения интеллектуальных электрических сетей в РФ .....	290

6.2.2. Энергоэффективность и развитие интеллектуальных электрических сетей в регионах РФ .....	295
6.3. Автоматическая интеллектуальная система защиты объекта и управления уровнем безопасности.....	304
6.4. Цифровизация интеллектуальных систем электроснабжения .....	307
6.4.1. Цифровая электроэнергетика как часть цифровой экономики .....	307
6.4.2. Проблемы с цифровизацией интеллектуальных систем электроснабжения .....	315
Библиографический список .....	322
<b>Тема 7. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы РФ .....</b>	<b>324</b>
7.1. Система организации и управления ЕЭС РФ .....	324
7.2. Основные тенденции развития современных электрических систем .....	329
7.3. Технологические и социально-экономические аспекты создания интеллектуальных ЭЭС.....	342
7.4. Smart Grid за рубежом как концепция инновационного развития электроэнергетики .....	349
7.5. Возможные подходы к развитию концепции Smart Grid в РФ.....	364
7.6. Цифровая трансформация в электроэнергетике.....	375
7.7. Технологии мониторинга и диагностики электрических сетей.....	386
7.8. Экономические, технологические и социальные эффекты, ожидаемые при развитии интеллектуальной энергетики.....	389
Библиографический список .....	390
<b>Тема 8. Развитие ЕЭС/ЕНЭС на базе концепции ИЭС ААС с применением новой техники и технологий .....</b>	<b>392</b>
8.1. Концептуальные направления развития ЕЭС/ЕНЭС с применением новых технологий ИЭС ААС .....	392
8.2. Проблемы нормализации напряжения в электрических сетях РФ .....	407
8.3. Устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности .....	414
8.4. Современные линии электропередачи .....	425
8.5. Технологии мониторинга и диагностики электрических сетей.....	435
8.6. Направления применения новейших технологий .....	438
Библиографический список .....	440

# Предисловие

Сложное положение экономики РФ, в котором оказалась и отечественная энергетика, в ближайшем будущем может привести к глубокому энергетическому кризису, который сведет на нет все усилия по реформированию экономики, остановит намечающиеся тенденции в оживлении промышленности. По оценкам российских ученых для сохранения энергетического потенциала страны хотя бы на сегодняшнем уровне необходим ввод 7 млн кВт энергетических мощностей в год.

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) является одним из основных секторов экономики, от состояния которого зависит динамика и перспективы развития государства, его безопасность и, в конечном счете, благосостояние народа. Разработка энергетической стратегии и долгосрочной программы развития энергетики страны невозможны без учета всех факторов, влияющих на структуру и динамику развития ТЭК, как в сфере производства энергоносителей и энергии, так и в сфере энергопотребления.

В настоящее время энергоемкость российского валового внутреннего продукта (ВВП) более чем в 3 раза превышает средние мировые показатели, причем, несмотря на неоднократно декларируемые за последнее десятилетие принципы энергосбережения, заметных изменений в этой сфере не происходит. В силу особенностей развития социалистической экономики и обеспеченности собственными природными энергетическими ресурсами снижению энергоемкости промышленности, транспорта, бытовой техники в стране многие годы практически не уделялось внимания. Оценки экспертов определяют величину потенциала энергосбережения в России в 35–45% от сегодняшнего общего потребления энергии, что составляет более 400 млн тонн условного топлива (т у. т). Только в Москве эта величина превышает 11 млн т у. т. в год. По образному выражению президента компании Gaz de France Пьера Гадонкса «для того, чтобы открыть новое солидное газовое месторождение, вовсе не обязательно отправляться на Крайний Север. Достаточно вложить деньги в энергосбережение в Москве и полученный эффект вполне будет сравним с результатами работы за Полярным кругом» [П.1].

Учитывая состояние энергетики России и планируемые темпы развития экономики, вряд ли возможно обеспечить удовлетворение растущих потребностей в энергии только за счет введения новых энергетических мощностей. В условиях значительного роста себестоимости добычи и производства топливо-энергетических ресурсов и ужесточения экологических требований резко возросла стратегическая значимость



повышения энергоэффективности экономики, как важнейшего инструмента удовлетворения энергетических потребностей общества и снижения затрат на энергообеспечение [П.2].

Целенаправленная реализация программ энергосбережения, прежде всего, в промышленности и на транспорте, позволила бы при существенно меньших, чем для ввода новых энергетических мощностей, капитальных затратах сократить дефицит энергии и создать благоприятные условия для решения проблем в ТЭК. По данным РАО «ЕЭС России» реализация даже 1/5 потенциала электро- и теплосбережения у потребителей (соответственно 20 млрд кВт·ч и 40 млн Гкал) снизит потребность в новых мощностях на 5—6%. Очевидно, что необходимое увеличение объемов производства энергоресурсов в соответствии с намеченными темпами роста экономики при сохранении ее удельной энергоемкости маловероятно и обеспечить растущие потребности страны в энергоресурсах возможно только при условии снижения удельной энергоемкости ВВП не менее чем в 2 раза.

В «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» предусматривается снижение энергоемкости ВВП на 45—55% к 2030 г. Треть прогнозируемого прироста ВВП предполагается обеспечить за счет увеличения расхода энергии, 2/3 — за счет структурной перестройки экономики, технологического энергосбережения и организационно-технических мероприятий

Для достижения планируемых показателей энергосбережения потребуются решение целого ряда взаимосвязанных задач. Прежде всего, необходима объективная информация о состоянии энергетики различных отраслей экономики, достоверные энергетические балансы на всех уровнях, определение эффективности инженерных систем энергообеспечения и энергетической эффективности используемых технологий, разработка, научное обоснование и апробация типовых энергосберегающих мероприятий, создание доступных баз данных, содержащих информацию о современных энергоэффективных технологиях и оборудовании.

Эффективная реализация энергосберегающей политики возможна только при наличии целого комплекса взаимосвязанных мероприятий, который включает подготовку законодательно-нормативных документов, разработку механизмов экономического стимулирования, методологические и научные разработки, производство энергоэффективного оборудования.

Одна из ключевых проблем — финансирование энергосберегающих проектов. Опыт развитых индустриальных стран показывает, что

инвестиции в сферу энергосбережения являются весьма привлекательными. Относительно быстрые сроки окупаемости затрат (в США за 14 лет в результате реализации Федеральной программы энергосбережения при стоимости программы в 2,5 млрд \$ экономия составила 7 млрд \$), стимулирующая политика государства в области налогообложения, социальная значимость энергосберегающих мероприятий - все это привело к образованию большого числа энерго-сервисных компаний, деятельность которых в свою очередь стимулирует разработчиков и производителей энергоэффективного оборудования, современных приборов учета энергоресурсов, способствует внедрению новых, нетрадиционных методов производства энергии.

При выборе энергоэффективной технологии и оборудования в каждом конкретном случае необходимо учитывать большое число показателей их эффективности, размеры необходимых инвестиций и сроки их окупаемости, величину экономии ТЭР, экологические показатели, социальную значимость, повышение конкурентоспособности продукции и услуг, замещение дефицитных видов топлива, обеспечение энергетической безопасности.

Более десяти лет назад с принятием Федерального закона «Об энергосбережении» руководство страны осознало необходимость развития экономики по энергосберегающему пути. В развитие Федерального закона приняты 43 региональных закона, создано 13 фондов энергосбережения, в 78 субъектах РФ разработаны и реализуются около 600 программ энергосбережения.

«Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу» определяют энергосбережение как приоритетное направление развития (критическую технологию).

Однако, несмотря на обилие программ энергосбережения, принятых за последние годы, заметных успехов не достигнуто. Во многом это связано с отсутствием научно обоснованного, системного подхода к решению как стратегических, так и тактических задач энергосберегающей политики, слабостью методической базы, отсутствием типовых апробированных энергосберегающих решений и недостаточной обеспеченностью современными компьютерными методами обработки и анализа информации и методами энергетической оптимизации типовых инженерных систем