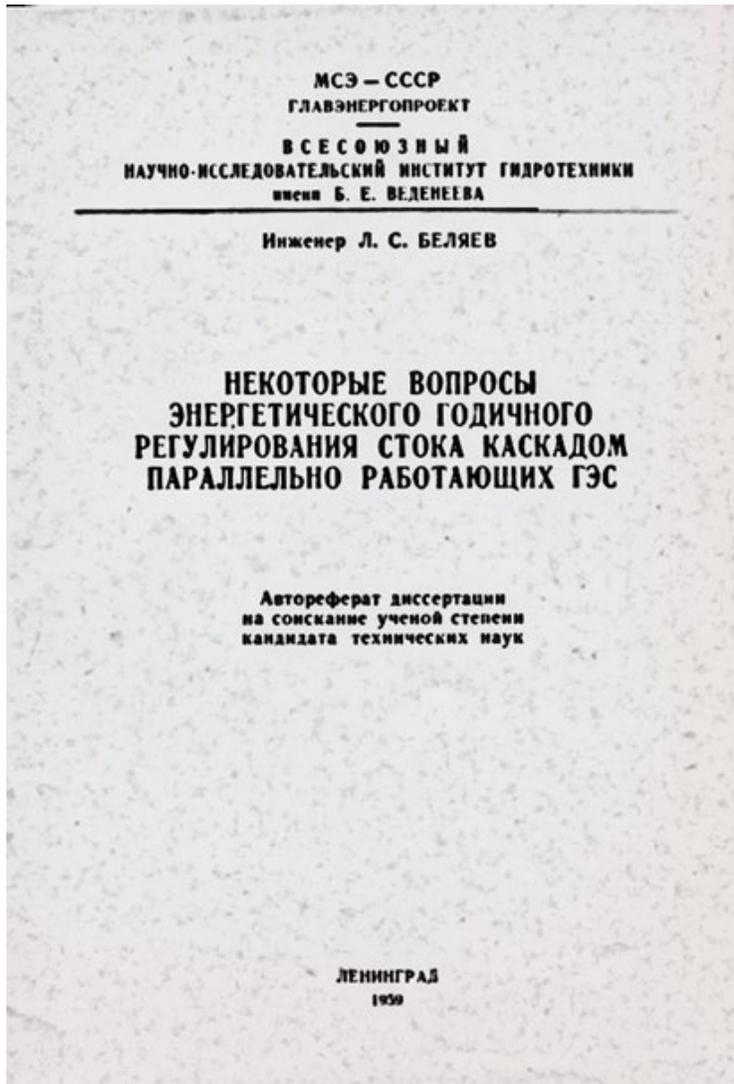


Научное наследие Л.С. Беляева



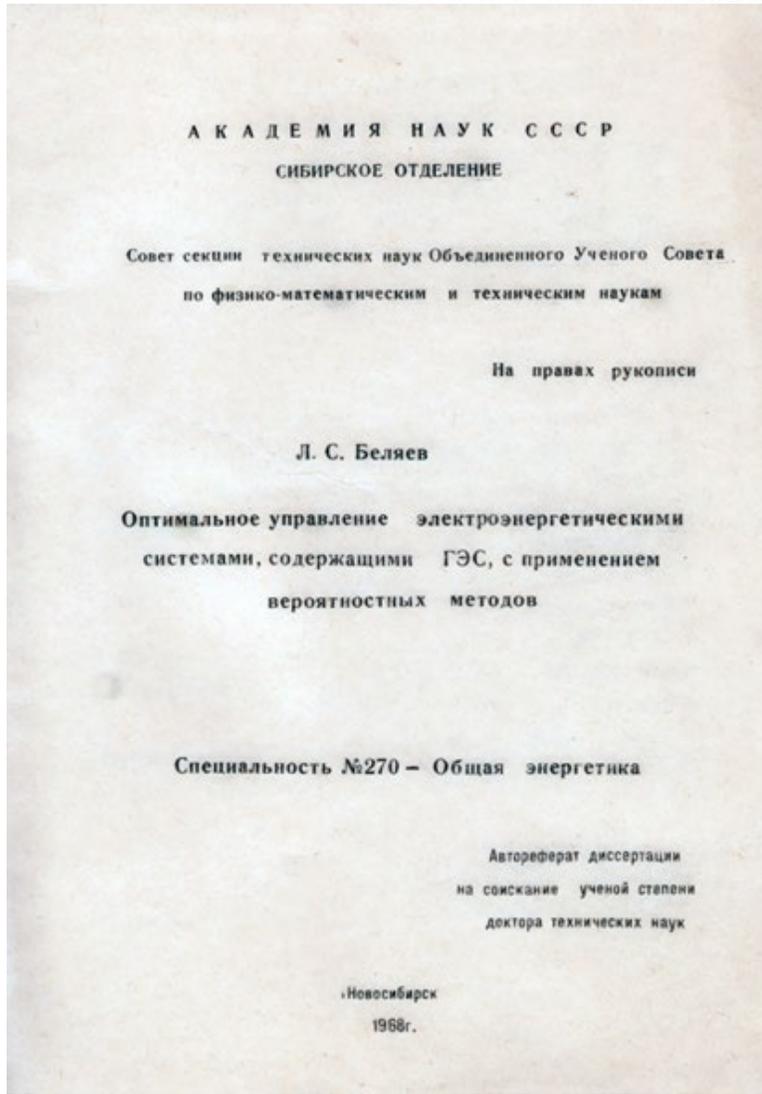
Марченко О.В., Подковальников С.В., Трофимов И.Л., Чудинова Л.Ю.

Регулирование энергоотдачи каскадов ГЭС в ЭЭС



- Цель
 - Определение способов и правил выбора оптимальных долгосрочных (годовых) режимов нескольких параллельно работающих ГЭС (или каскада) в энергосистеме с учётом совместной работы с ТЭС для гидрологических условий расчетной обеспеченности
- Разработаны методики
 - Расчета совместного регулирования ГЭС при маловодных условиях
 - Определения гарантированной мощности гидроэлектростанций системы и/или каскада
 - Построения противоперебойных линий, зоны гарантированной и зон пониженной отдачи диспетчерских графиков
- Предложены и обоснованы изменения
 - В выборе проектных параметров ГЭС по гарантированной выработке, вместо применяемой среднемноголетней
 - В применяемую на практике методику построения диспетчерских графиков и правил годового регулирования при условиях ведения режимов годового регулирования каскада ГЭС в период межени и наполнения водохранилищ
 - В диспетчерские правила совместного регулирования стока каскада ГЭС в маловодные годы

Оптимальное управление ЭЭС с ГЭС



- Цель
 - Углубление теории и совершенствование практических методов управления процессом работы ЭЭС, содержащих ГЭС с постановкой и рассмотрением общих вопросов математического моделирования и оптимизации больших систем в электроэнергетике
- Теоретико-методические и прикладные результаты
 - Рассмотрены методы решения вероятностных задач, в частности для учета случайного характера речного стока, предложен общий путь решения динамических задач
 - Сделано обобщение условий оптимизации стационарного процесса работы электроэнергетических систем с гидроэлектростанциями за периоды времени, соответствующие циклам регулирования стока разной длительности, включая многолетнее
 - Впервые поставлен вопрос о выборе наилучшего способа управления вероятностным процессом работы электроэнергетических систем, содержащих ГЭС, предложена соответствующая методика
 - Предложен практический метод оптимизации годовых режимов ЭЭС, включающих несколько ГЭС
 - Разработана методика выбора наиболее целесообразного режима работы ЭЭС в предстоящем году при многолетнем регулировании стока, учитывающая неопределенность исходной информации

Дальнейшие работы в области гидроэнергетики

- Режимы

- Рекомендации по правилам регулирования стока Ангаро-Енисейским каскадом ГЭС
- Исследование режимов Новосибирской ГЭС в Объединенной энергетической системе Западной Сибири
- Исследование режимов совместной работы Иркутской и Братской ГЭС
- Внесение изменений в диспетчерские правила управления ОЭС Сибири

- Развитие

- Оценка народнохозяйственной эффективности крупных ГЭС на Енисее и его притоках (Среднеенсейской ГЭС, Осиновского ГЭК и Туруханской ГЭС)
- Экспертиза Схемы гидроэнергетического использования Среднего Енисея и Нижней Ангары
- Экологическая экспертиза и обоснование целесообразности сооружения Тельмамской ГЭС и достройки Богучанской ГЭС
- Исследование эффективности экспортно-ориентированных ГЭС восточных регионов России



Учёт неопределённости информации при обосновании решений в энергетике. I

Л. С. БЕЛЯЕВ

РЕШЕНИЕ
СЛОЖНЫХ
ОПТИМИЗАЦИОННЫХ
ЗАДАЧ
В УСЛОВИЯХ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СПИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

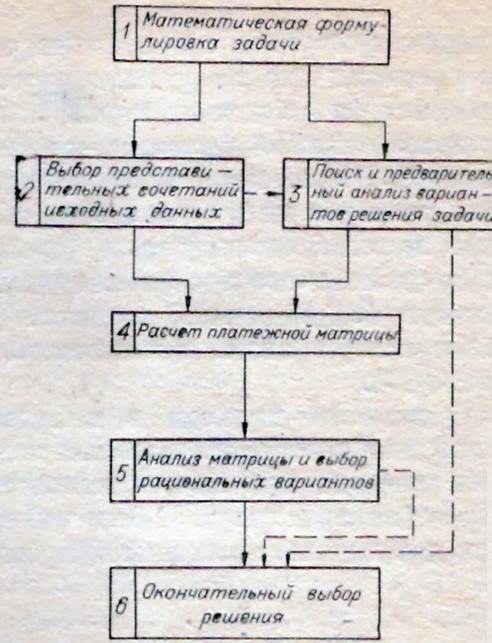


Схема решения
оптимизационных
задач в условиях
неопределённости

Платёжная матрица и
её характерные оценки

x \ y	Платёжная матрица				Характерные оценки				
	y_1	\dots	y_s	\dots	y_s	z_i^{\max}	z_i^{\min}	\bar{z}_i	R_i^{\max}
x_1	z_{11}		z_{1s}		z_{1s}	z_1^{\max}	z_1^{\min}	\bar{z}_1	R_1^{\max}
x_2	z_{21}		z_{2s}		z_{2s}	z_2^{\max}	z_2^{\min}	\bar{z}_2	R_2^{\max}
\dots									
x_i	z_{i1}		z_{is}		z_{is}	z_i^{\max}	z_i^{\min}	\bar{z}_i	R_i^{\max}
\dots									
x_I	z_{I1}		z_{Is}		z_{Is}	z_I^{\max}	z_I^{\min}	\bar{z}_I	R_I^{\max}
z_s^{\min}	z_1^{\min}		z_s^{\min}		z_s^{\min}				

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО КОМПЛЕКСНЫМ ПРОБЛЕМАМ ЭНЕРГЕТИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ
РЕКОМЕНДАЦИИ

по технико-экономическому
обоснованию проектных решений
в энергетике при неоднозначности
исходной информации

Москва — Иркутск
1987 г.



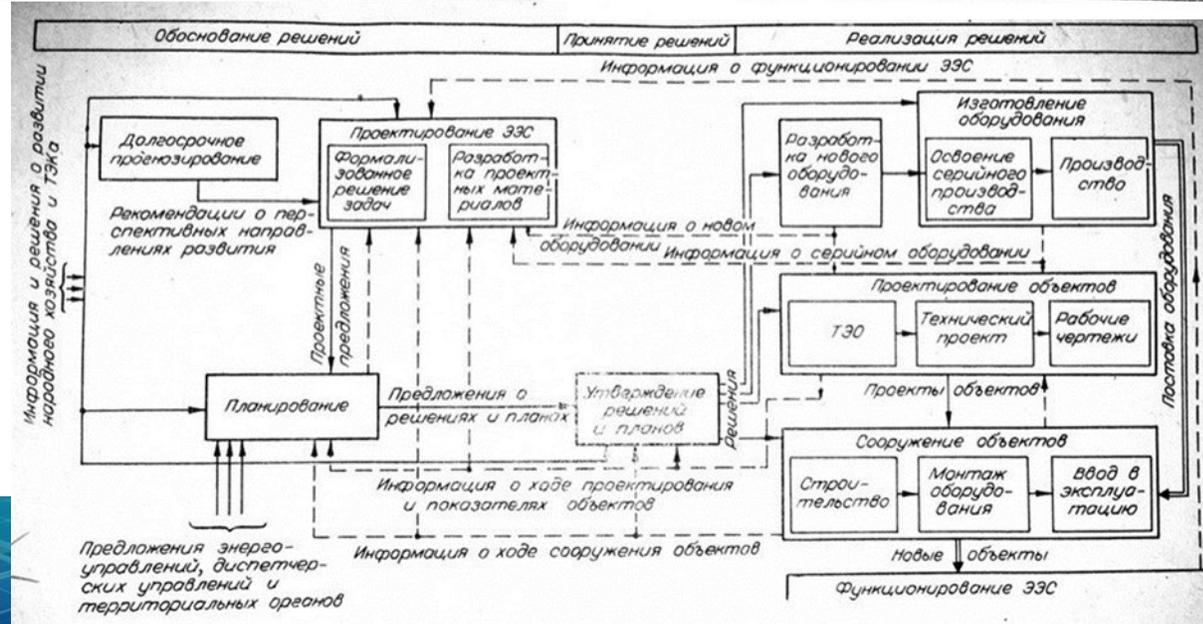
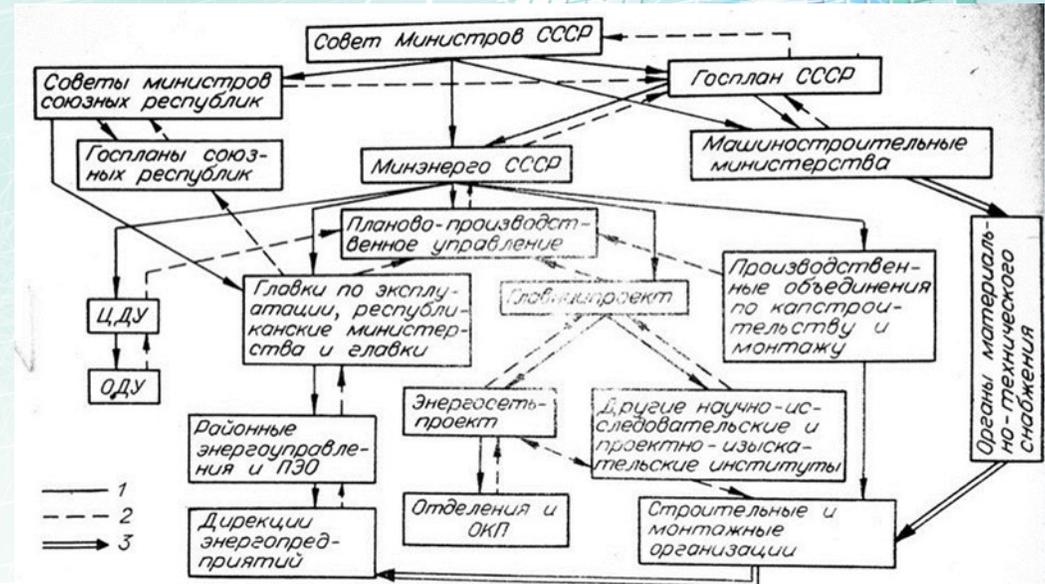
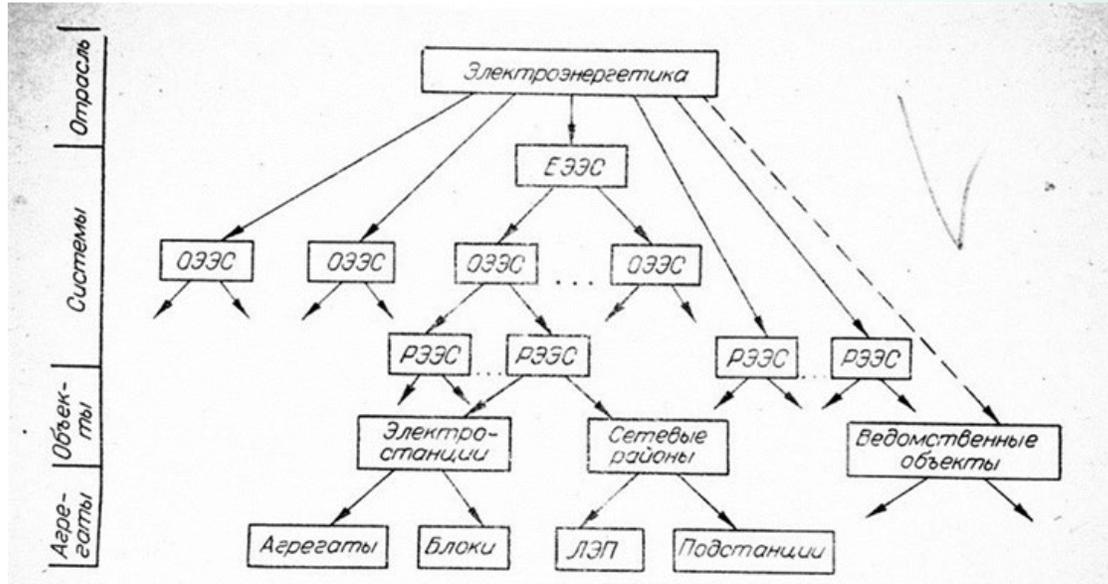
Управление развитием электроэнергетики. I



- Компоненты системного подхода к управлению развитием ЭЭС
 - Иерархический подход к управлению развитием (и функционированием) электроэнергетики
 - Комплексное рассмотрение и учёт внешних связей электроэнергетики
 - Широкое применение мат. методов, мат. моделирования и ЭВМ
 - Учёт неопределённости информации
 - Совершенствование методологии управления электроэнергетикой
- Основные свойства БСЭ и ЭЭС
 - Иерархичность
 - Динамичность
 - Неполнота информации
 - Автономность
 - Экономичность
 - Надёжность
 - Многокритериальность
 - Самоорганизуемость
 - Адаптация

Управление развитием электроэнергетики. II

Территориально-технологическая иерархия электроэнергетики и ЭЭС и иерархическая система управления их развитием



Управление развитием электроэнергетики. III

Состав и иерархия основных решений по развитию ЭЭС

Состав и иерархия основных задач развития ЭЭС

Решение о научных исследованиях, относящихся к технологии и типовому оборудованию для будущего объекта (решения 1.1 в табл. 2.2)

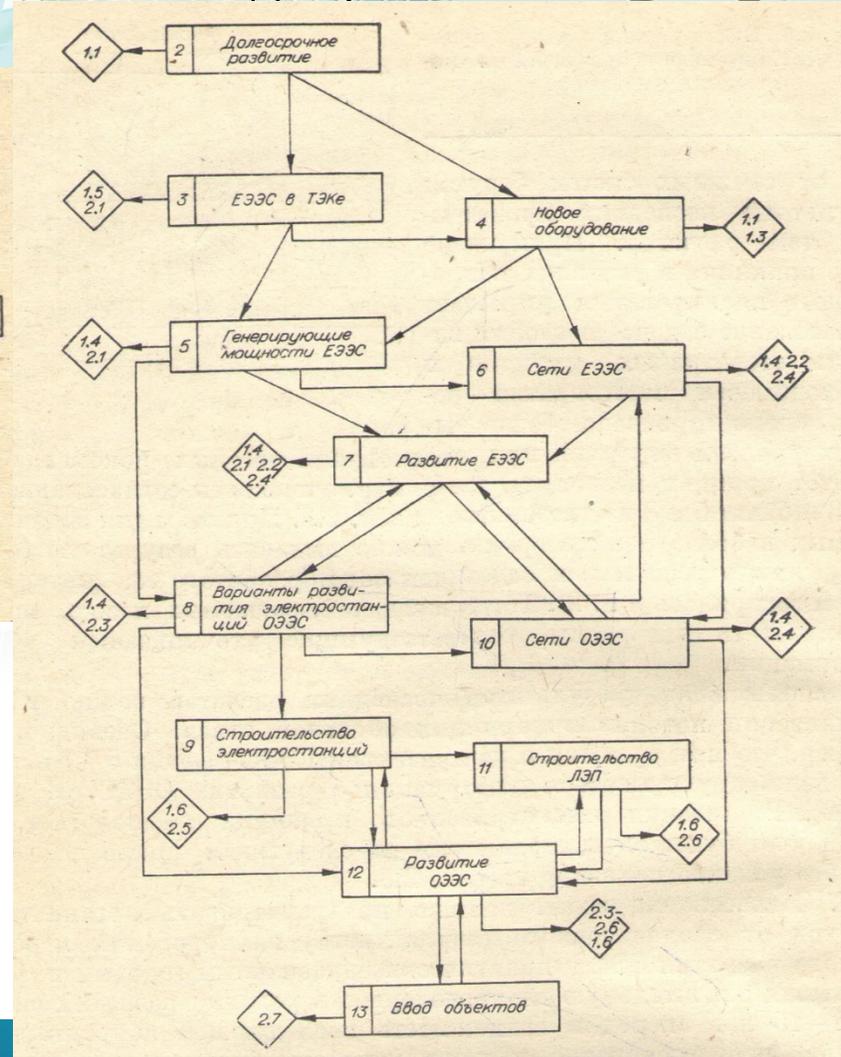
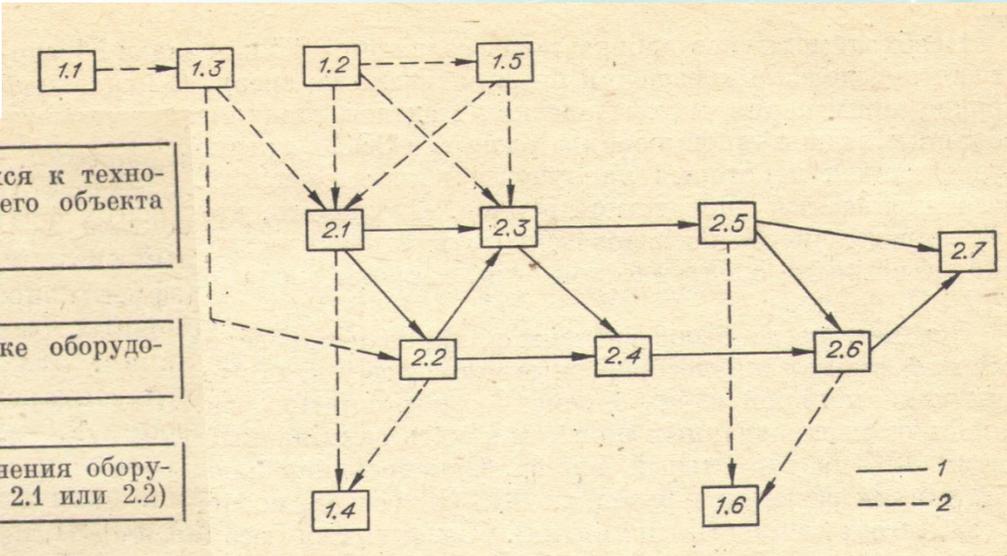
Решение об опытно-конструкторской разработке оборудования (решение 1.3)

Решение о масштабах, сроках, районах применения оборудования данного типа (в рамках решений 1.5, 2.1 или 2.2)

Решения о проектировании объекта

Решение о сооружении объекта (2.5 или 2.6)

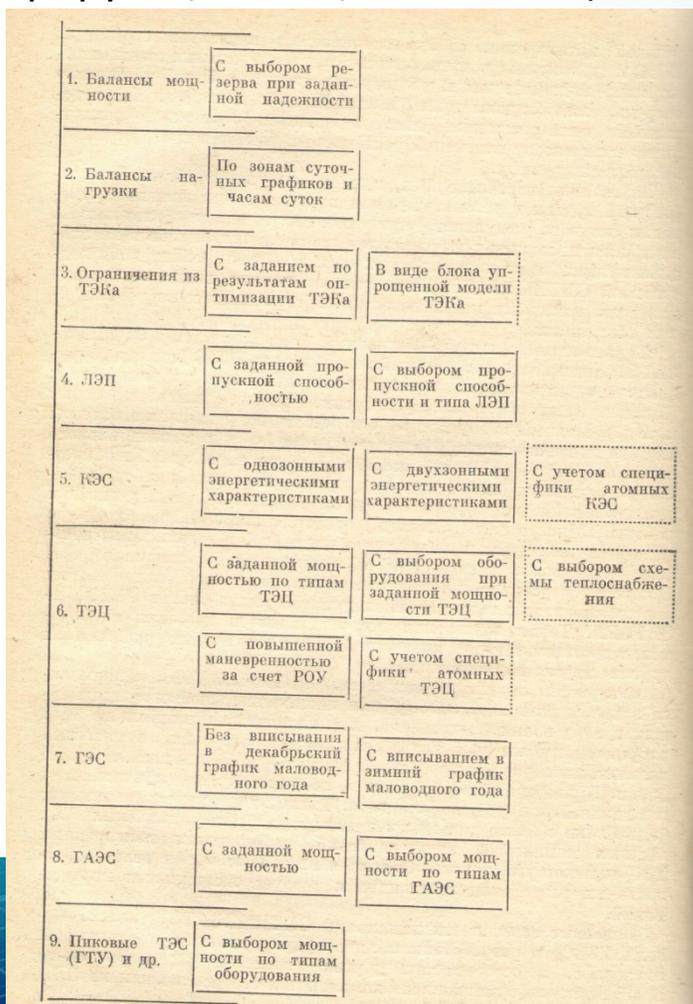
Решения о сроках ввода в эксплуатацию (2.7)



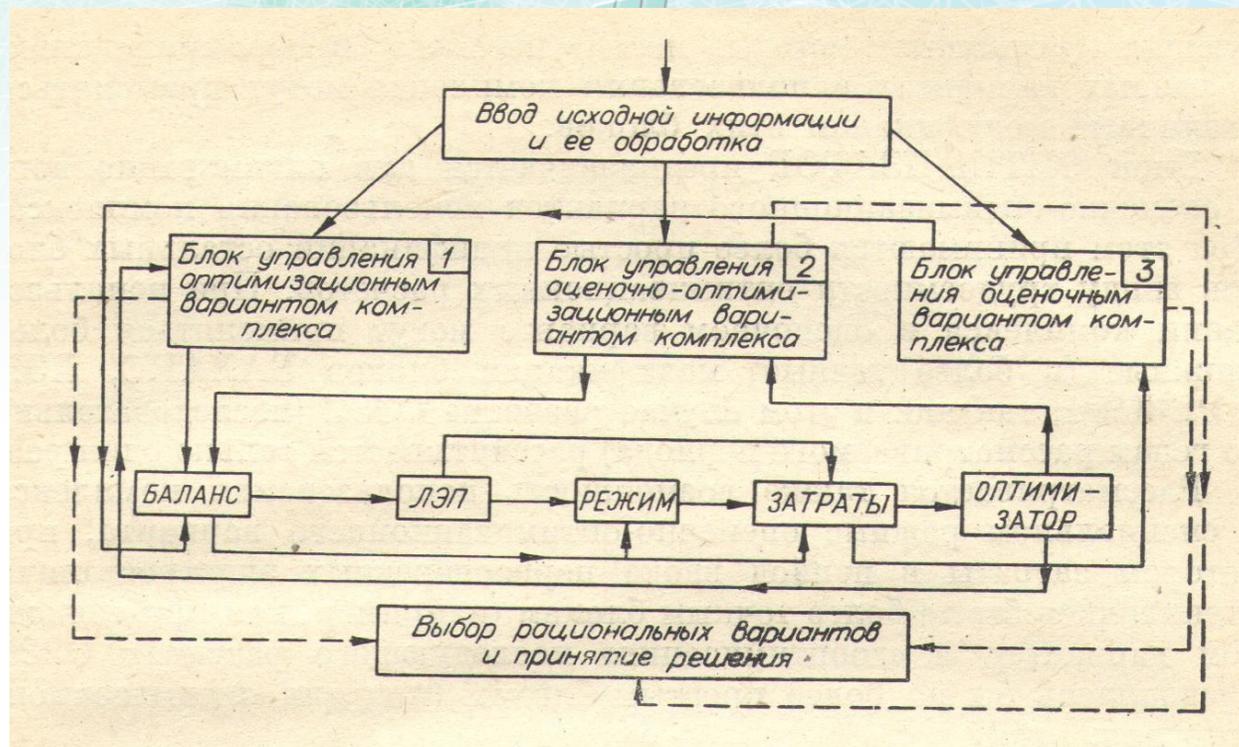
Управление развитием электроэнергетики. IV

Программно-информационные комплексы для оптимизации развития ЭЭС и электроэнергетических объектов

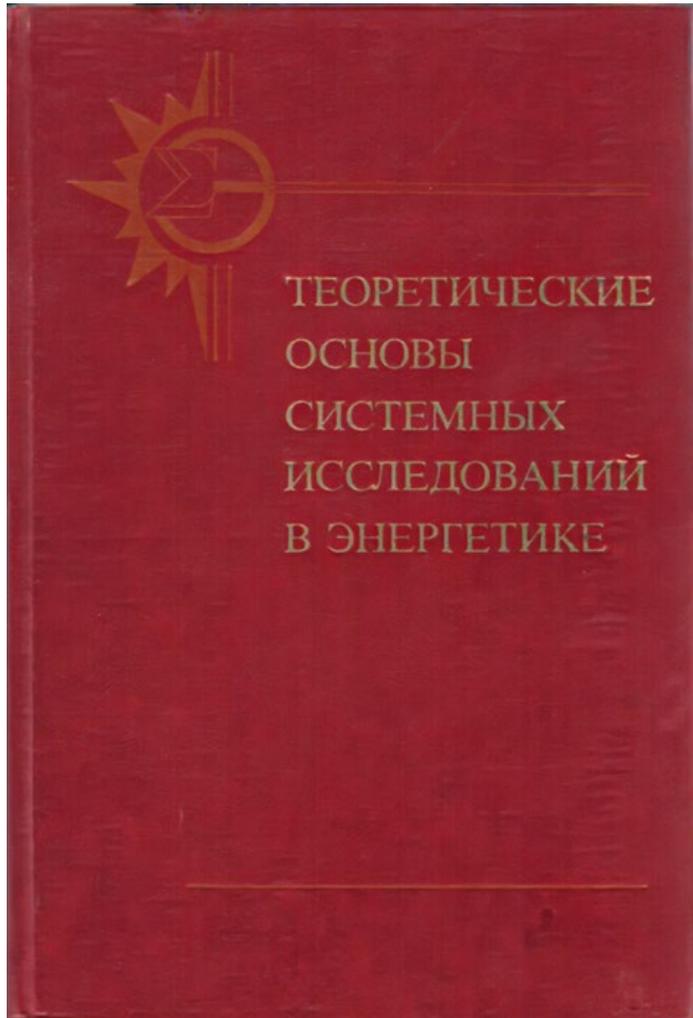
Структура ПК для оптимизации структуры генерирующих мощностей ЕЭС (СОЮЗ)



Структура ПК для оптимизации развития электростанций в ОЭС



Теоретические основы системных исследований в энергетике. I



- Содержание (структура) системных исследований в энергетике
 - Теоретические основы
 - Закономерности и тенденции развития энергетики
 - Свойства БСЭ
 - Совершенствование методов системного анализа
 - Проблемы информации и АСУ
 - Управление БСЭ
 - Управление развитием БСЭ
 - Управление функционированием
 - Комплексные проблемы энергетики
 - Прогнозирование развития систем энергетики
 - Народнохозяйственные проблемы развития энергетики
 - Проблемы научно-технического прогресса
 - Комплексные целевые программы развития региональных систем энергетики
 - Экологические проблемы в системах энергетики

Теоретические основы системных исследований в энергетике. II

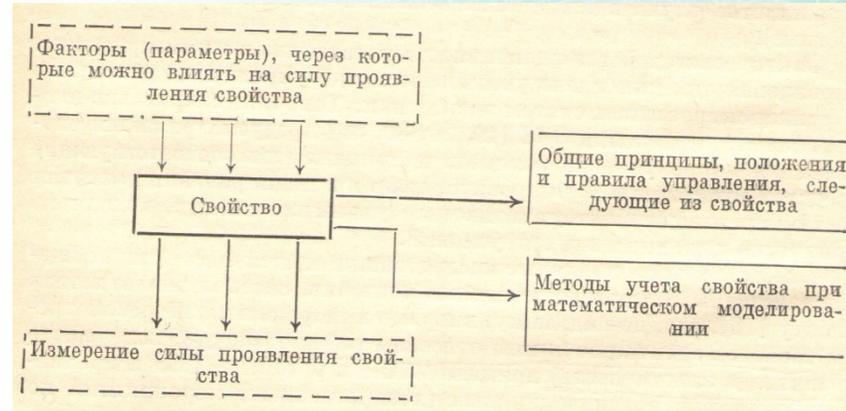
Взаимосвязь признаков БСЭ, свойств и принципов управления

Компоненты системного подхода

- Внешние связи
- Иерархия
- Влияние и учёт неполноты информации
- Математическое моделирование

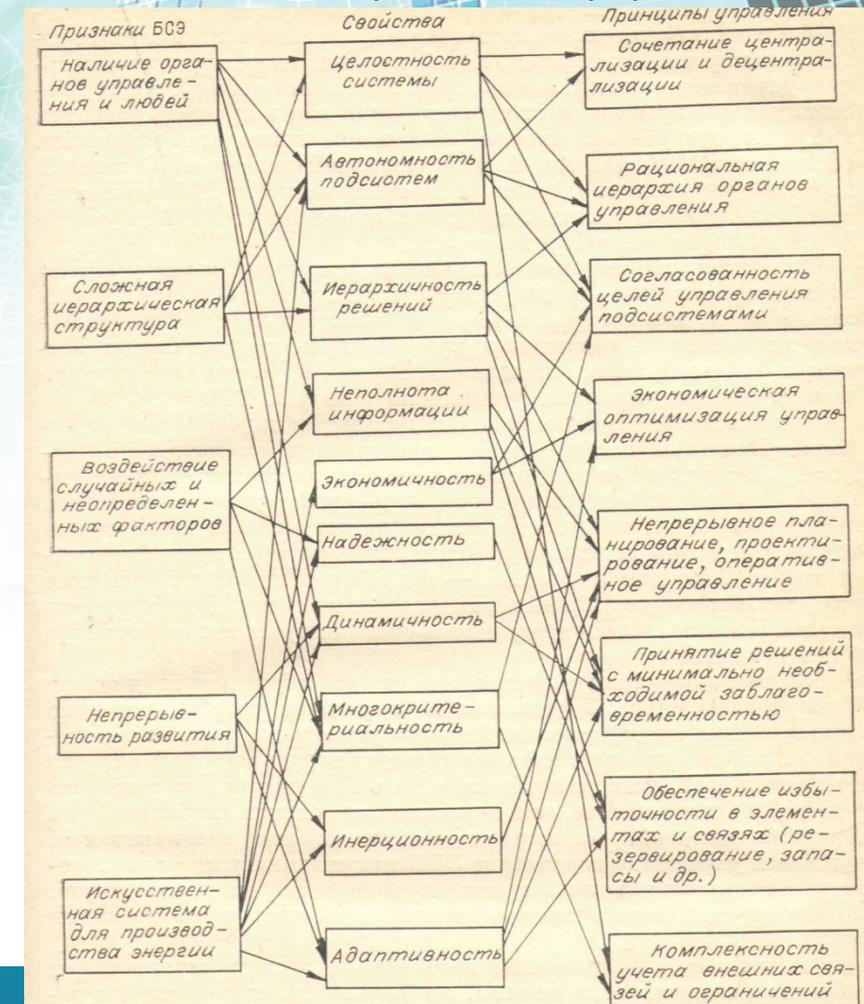
Информационное обеспечение процессов управления системами энергетики и создание автоматизированных систем управления в энергетике

Методика анализа свойств БСЭ



Основные свойства БСЭ

- Целостность
- Иерархичность
- Неполнота информации
- Экономичность
- Надёжность
- Динамичность
- Многокритериальность
- Инерционность
- Адаптивность



Научно-технический прогресс в энергетике. I

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ЛЕНИНА СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
СИБИРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СИСТЕМНЫЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
И ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО
ПРОГРЕССА В ЭНЕРГЕТИКЕ



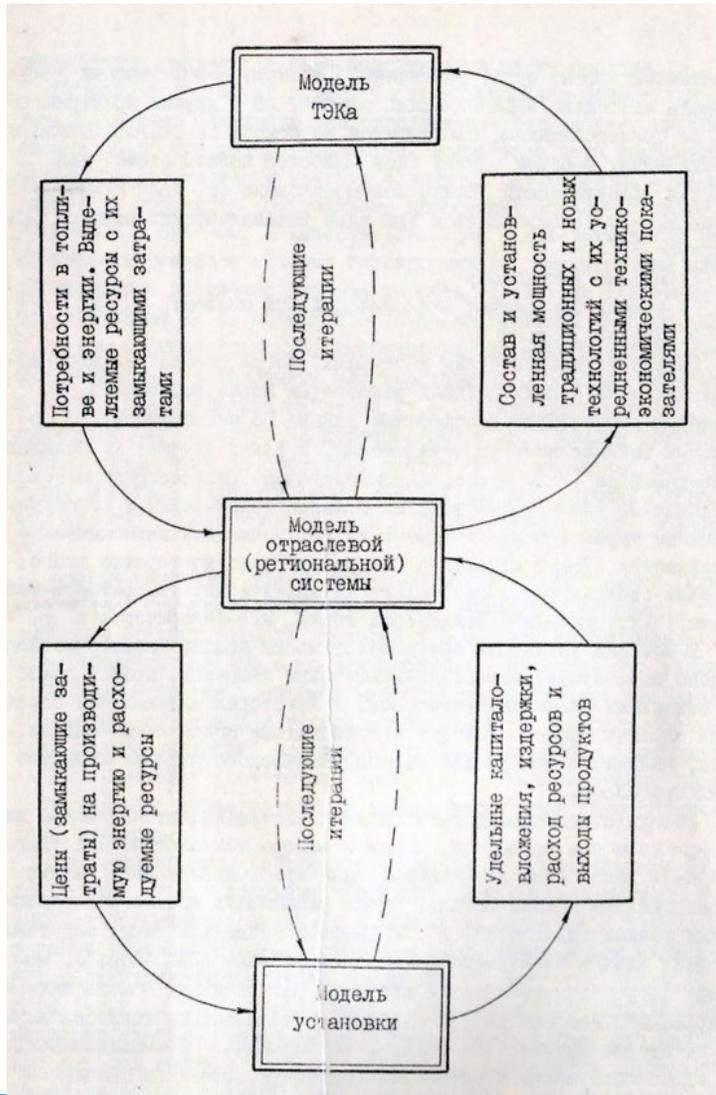
Иркутск
1990

Методологические положения системной оценки эффективности технологий (сформулированные на основе обобщения материалов сборника)

- Системная оценка эффективности энерготехнологий должна выполняться при
 - обосновании целесообразности разработки отдельных технологий производства (добычи) и переработки (преобразования) энергоресурсов (энергоносителей)
 - выборе рациональных технологических схем и параметров новых энергоустановок
 - определении возможных областей и масштабов применения энергоустановок
 - обосновании государственных и региональных энергопрограмм и стратегий и пр.



Научно-технический прогресс в энергетике. II



- Системный эффект новых технологий и установок должен определяться как комплексный, путём решения задачи в многокритериальной постановке, а также с учётом неопределённости информации
- Состав систем, которые должны рассматриваться при системной оценке эффективности различных мероприятий НТП, включает
 - энергетический объект
 - локальные энергетические системы
 - энергосистемы крупных регионов
 - отраслевые энергосистемы страны
 - энергокомплекс страны
 - сопряжённые с энергетикой отрасли экономики, производственно-экономический комплекс страны, социальная и природная среда
- При оценке системной эффективности энерготехнологий требуются универсальные и проблемноориентированные математические модели и программно-вычислительные комплексы с развитым информационным и сервисным обеспечением

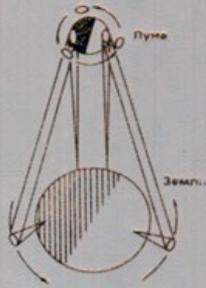
Мировая энергетика. I

Исследования долгосрочных перспектив развития мировой энергетики в предположении, что в XXI в. сформируется единая многопродуктовая технологически связанная мировая энергетическая система (МЭС), объединяющая специализированные системы нефте-, газо-, угле- и электроснабжения на региональном и глобальном уровнях.

- Сформулирована методология долгосрочных исследований в энергетике, включающая следующие компоненты
 - Применение математических моделей
 - Использование сценарного подхода для учета неопределенности информации о будущих условиях развития энергетики
 - Анализ и подготовка информации об энергетических ресурсах, потребностях и технологиях
 - Выявление и формализация ограничений на развитие энергетики – экологического, экономического, технологического, а в ряде случаев также политического характера
- Разработана оптимизационная квазидинамическая многорегиональная Глобальная энергетическая модель GEM (Global Energy Model)
 - Учтено более 200 технологий производства вторичных энергоносителей и их преобразования в конечную энергию, включая традиционные и новые, а также крупномасштабные технологии электроснабжения Земли из Космоса – Солнечные энергетические спутники на геостационарной орбите и Лунная энергетическая система

Л.С. Беляев О.В. Марченко С.П. Филиппов
С.В. Соломин Т.Б. Степанова А.Л. Кокорин

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ПЕРЕХОД К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ



« НАУКА »
НОВОСИБИРСК



Мировая энергетика. II

World Energy and Transition to Sustainable Development

Lev S. Belyaev
Oleg V. Marchenko
Sergei P. Filippov
Sergei V. Solomin
Tatyana B. Stepanova
Alexei L. Kokorin



Springer-Science+Business Media, B.V.

- Выявлены некоторые тенденции развития мировой энергетики
 - Продолжение роста энергопотребления, особенно в развивающихся странах
 - Увеличение затрат на производство энергии
 - Некоторое снижение в перспективе, но все еще сохранение определяющей роли органического топлива
 - Существенный рост выбросов CO₂ в развивающихся странах, что подтверждается в настоящее время мировой энергетической статистикой
 - Противоречия между странами с разным уровнем экономического развития в вопросе распределения квот на эмиссию парниковых газов
 - Рост затрат на ограничение выбросов CO₂ при конкуренции в этом процессе ядерной энергетики и возобновляемых источников энергии
 - Существенный рост масштабов использования возобновляемой энергетики, особенно наиболее эффективных солнечных и ветровых энергоресурсов
 - Необходимость для перехода к устойчивому развитию поиска компромисса между экологической чистотой энергии и темпами экономического развития

Межгосударственные электрические связи (МГЭС) и энергообъединения (МГЭО). I

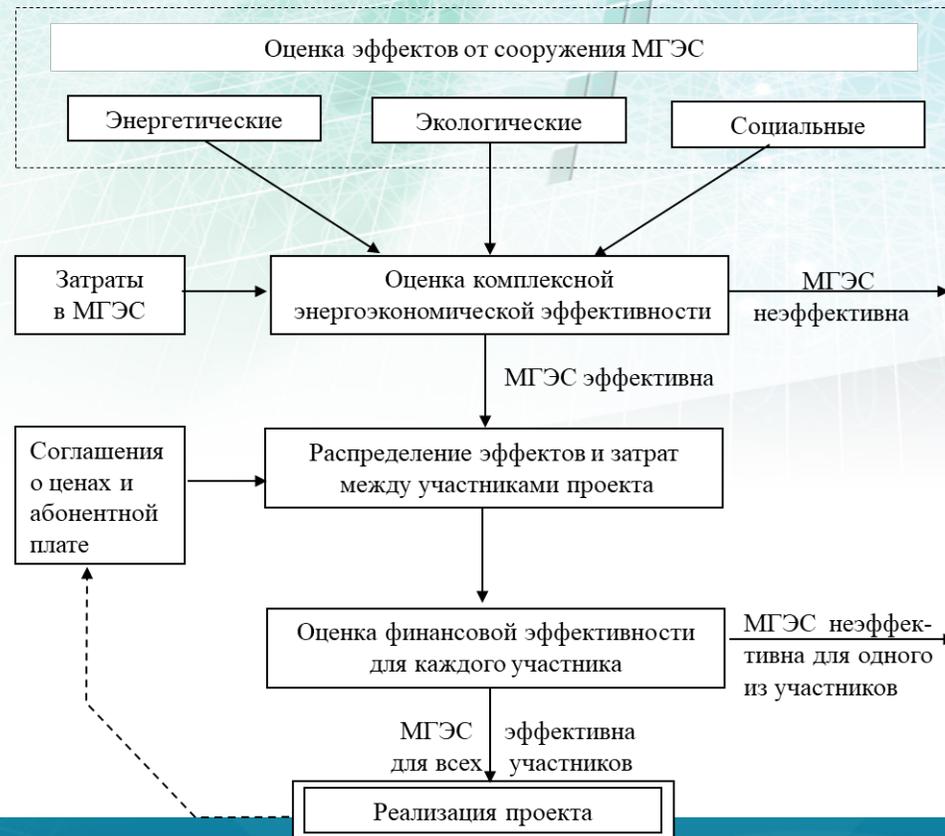
Л.С. БЕЛЯЕВ, С.В. ПОДКОВАЛЬНИКОВ,
В.А. САВЕЛЬЕВ, Л.Ю. ЧУДИНОВА

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ



«НАУКА»
НОВОСИБИРСК
2008

Содержание и качественный анализ интеграционных эффектов в электроэнергетике

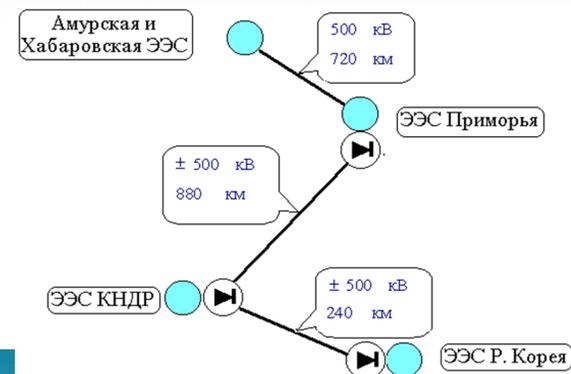


Состав задач при оценке энергоэкономической эффективности МГЭС

- Оптимизация структуры объединяемых ЭЭС
- Расчёты показателей надёжности ЭЭС
- Оценка социально-экологических эффектов (последствий)
- Сопоставление затрат для вариантов отдельной и совместной работы ЭЭС
- Разработка технико-экономического обоснования МГЭС
- Переговоры по базовым параметрам МГЭС
- Определение источников финансирования и состава участников проекта МГЭС
- Оценка финансовой эффективности проекта для каждой стороны

Межгосударственные электрические связи (МГЭС) и энергообъединения (МГЭО). II

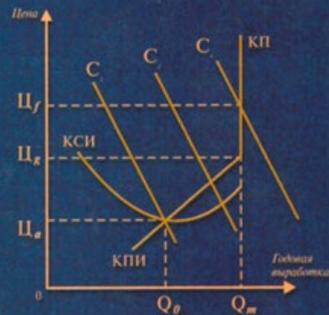
- Математическая модель развития и (кратко-, средне- и долгосрочных) режимов работы ОРИРЭС (в базовой, нелинейной и «рыночной» модификациях)
 - Базовая – оптимизационная, линейная, многоузловая, статическая с общей целевой функцией для МГЭО
 - Нелинейная – топливные издержки тепловых электростанций и потери (мощности) на передачу задаются квадратичными характеристиками
 - «Рыночная» - каждая страна имеет свою целевую функцию эффективности и совместное решение достигается итерационным совместным решением оптимизационных задач для каждой страны
- Оценка энергоэкономической эффективности МГЭС в Северо-Восточной Азии
 - МГЭС ДВР-КНДР-РК
 - МГЭС Братск-Пекин
 - Экспорт электроэнергии из ОЭС Сибири в Северо-Восточной Китай
 - МГЭС ДВР-РК с учётом экономических интересов участвующих сторон



Рынок в электроэнергетике. I

Л.С. БЕЛЯЕВ, С.В. ПОДКОВАЛЬНИКОВ

РЫНОК В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ГЕНЕРИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ



«Наука»
Новосибирск

Особенности рынка в электроэнергетике

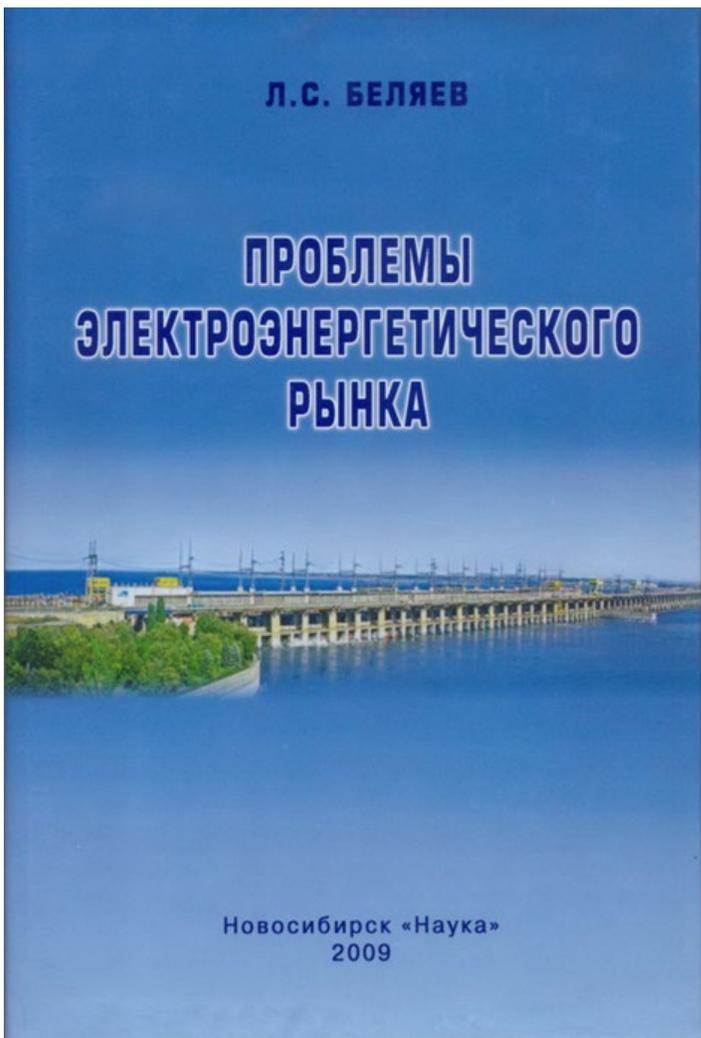
- Территориальная ограниченность (рамками общей электросетевой инфраструктуры)
- Длительные сроки ликвидации дефицита на рынке
- Отсутствие единого рынка, управляющего производством электроэнергии и одновременно подающего своевременные сигналы для развития генерирующих мощностей (необходим долгосрочный рынок)
- Участие в рынке различных типов электростанций с разными издержками производства
- Несовершенство рынка

Особенности российских условий перехода к конкурентному рынку в электроэнергетике

- Низкие стартовые тарифы на электроэнергию, недостаточные для привлечения инвестиций в новые электростанции
- Повышенный инвестиционный риск из-за нестабильного состояния экономики
- Реальная опасность отсутствия инвестиций после окончания переходного периода реформирования, в связи с чем необходимы специальные меры со стороны государства
- Скачкообразное повышение цен на оптовом рынке электроэнергии до уровня маргинальных после прекращения регулирования тарифов на электроэнергию
- Решение проблем развития генерирующих мощностей в условиях конкурентного рынка видится в создании Государственной системы обеспечения бездефицитного развития ЕЭС



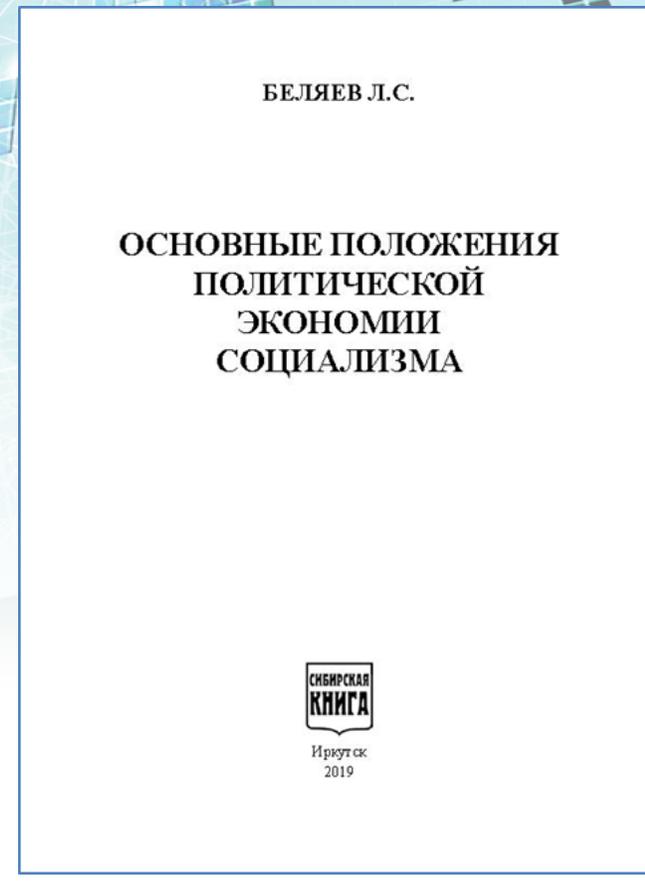
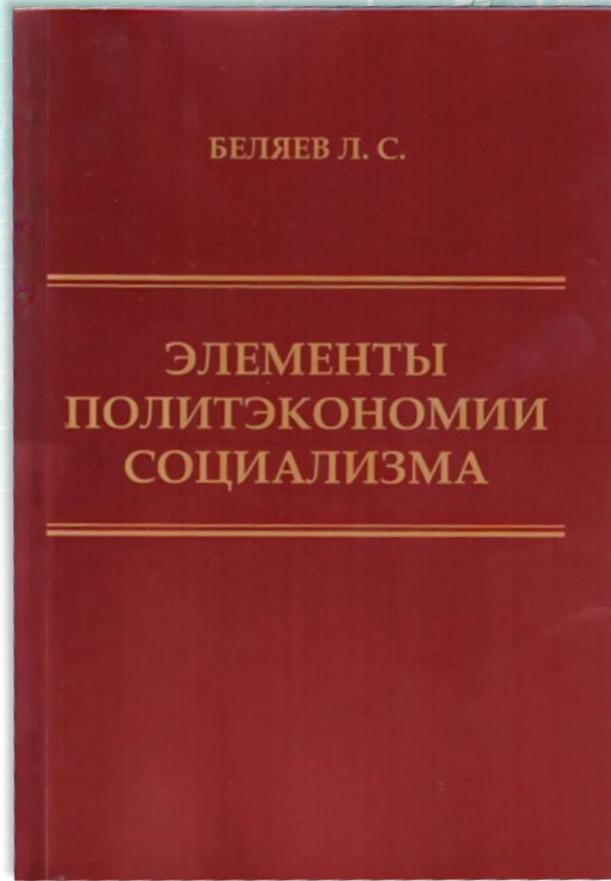
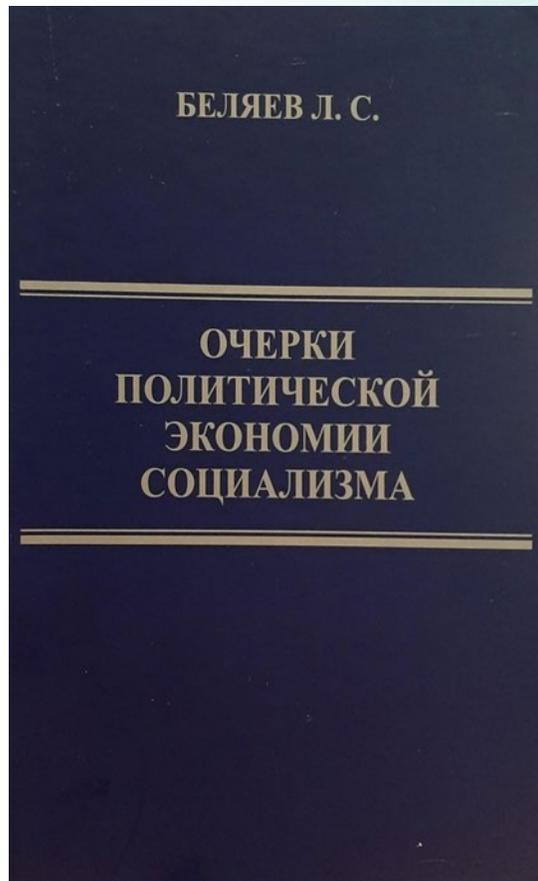
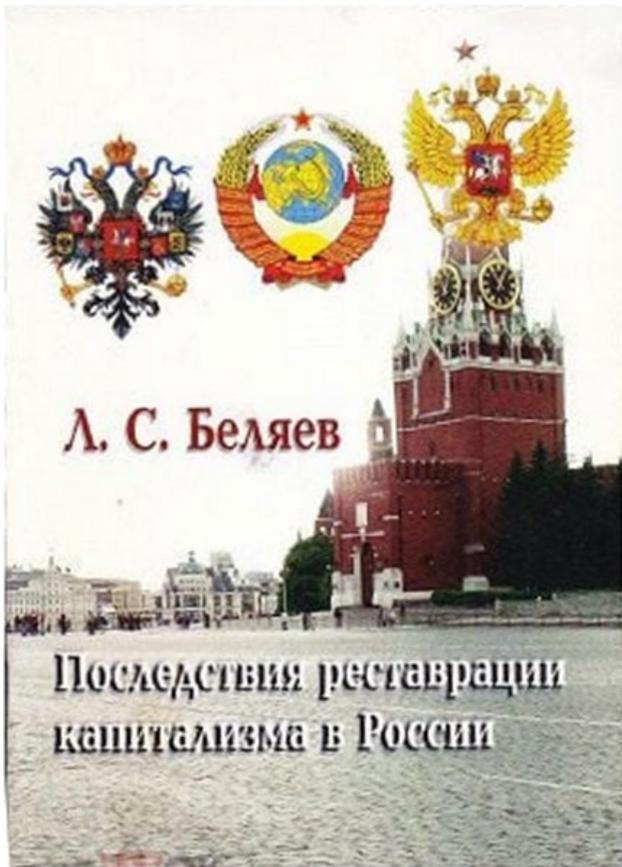
Рынок в электроэнергетике. III



Основные анализируемые и обосновываемые положения

- На электроэнергетических рынках почти не выполняются условия (требования) совершенной конкуренции, и невозможно создать такие условия
- ЭЭС, как единому целому, объективно присущ эффект масштаба, который сохраняется с ростом этих систем
- В электроэнергетике невозможна организация спотовых рынков, аналогичных рынкам в других отраслях, которые подавали бы ценовые сигналы для расширения рынка и роста производственных мощностей
- При переходе от регулируемых к конкурентным рынкам в электроэнергетике принципиально меняется механизм финансирования строительства новых электростанций, что создаёт трудности с привлечением инвестиций и угрозу дефицита генерирующих мощностей
- На конкурентном рынке равновесные цены формируются по маргинальным затратам электростанций, востребованных по балансу электроэнергии в ЭЭС, которые выше средних издержек генерации по ЭЭС в целом
- В условиях конкурентного рынка экспорт электроэнергии не взаимовыгоден, он невыгоден потребителям страны экспортёра и производителям страны-импортёра
- Конкурентный оптовый рынок в электроэнергетике выгоден лишь производителям электроэнергии, потребителям он наносит ущерб из-за повышения цен, дефицита энергии
- Возможный эффект от конкуренции на розничных рынках заведомо ниже затрат на их организацию и функционирование

Политэкономия социализма



Благодарю за внимание!