

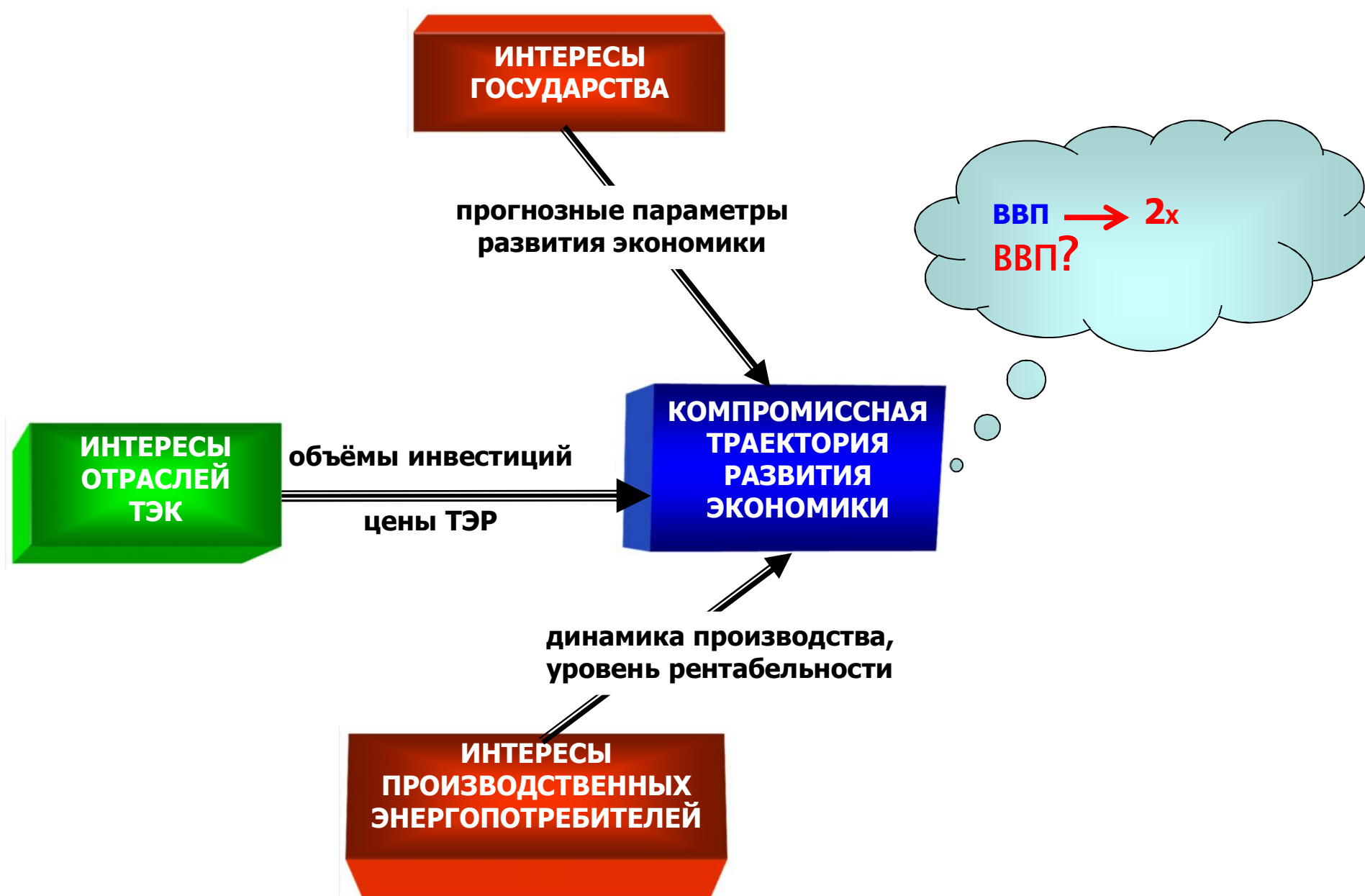
**Методы и модели
исследований социально-
экономического развития
страны и регионов**

Макроэкономическая оптимизационная нелинейная межотраслевая модель МЭНЭК

МЭНЭК используется для решения следующих задач:

- 1. Разработка развернутых прогнозных сценариев развития экономики страны на основе сценарных параметров, формируемых МЭР РФ:**
 - Анализ совместности (взаимной непротиворечивости) сценарных макроэкономических параметров МЭР РФ, а при необходимости - их минимальная корректировка.
 - Определение объемов производства и инвестиций в отраслях экономики, необходимых для обеспечения правительственных параметров развития экономики с учетом требований финансовой устойчивости отраслей.
 - Согласование сценарных макроэкономических параметров МЭР РФ с прогнозными (целевыми) показателями развития отраслей ТЭК.
- 2. Изучение влияния налоговой, внешнеторговой и инвестиционной политики государства в энергетическом секторе экономики на развитие экономики, динамику производства и инвестиций в отраслях, динамику жизненного уровня населения, состояние госбюджета.**
- 3. Исследование влияния динамики цен энергоносителей на динамику и отраслевую структуру экономики.**
- 4. Оценка мультипликативного народнохозяйственного эффекта от реализации инвестиционных программ в отраслях ТЭК. Исследование перспектив развития отраслей энергетического машиностроения и смежных с ними отраслей экономики.**
- 5. Оценка макроэкономических последствий и изменений структуры экономики от возможной реализации мер по сдерживанию эмиссии парниковых газов.**

Поиск компромиссной траектории развития экономики



Структура модели МЭНЭК

Список отраслей

1. Сельское и лесное хозяйство, охота;
2. Добыча сырой нефти;
3. Газовая промышленность (включая магистральные газопроводы);
4. Добыча угля и торфа;
5. Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических;
6. Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака;
7. Текстильное и швейное производство;
8. Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви;
9. Обработка древесины и производство изделий из дерева;
10. Целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность;
11. Производство кокса и нефтепродуктов;
12. Химическое производство;
13. Производство резиновых и пластмассовых изделий;
14. Производство прочих неметаллических минеральных продуктов;
15. Metallургическое производство и производство готовых металлических изделий;
16. Производство котлов и реакторов;
17. Производство машин и оборудования;
18. Производство турбин;
19. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования;
20. Производство трансформаторов и электрогенераторов;
21. Производство транспортных средств и оборудования;
22. Прочие обрабатывающие производства
23. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (раздел E по ОКВЭД);
24. Строительство;
25. Трубопроводный транспорт;
26. Железнодорожный транспорт;
27. Прочие виды транспорта;
28. Связь;
29. Прочие коммерческие услуги

Классы ограничений

- Балансы производства и распределения продуктов (во внутренних ценах базового года).
- Финансовые балансы производственных отраслей в текущих ценах (в ценах прогнозных лет).
- Баланс денежных потоков банковской системы.
- Баланс доходов и расходов совокупности домашних хозяйств.
- Баланс доходов и расходов сводного государственного бюджета страны (включая государственные внебюджетные фонды).
- Платежный баланс страны.
- Баланс инвестиционных средств экономики.
- Баланс производства и использования добавленной стоимости экономики.
- Баланс трудовых ресурсов

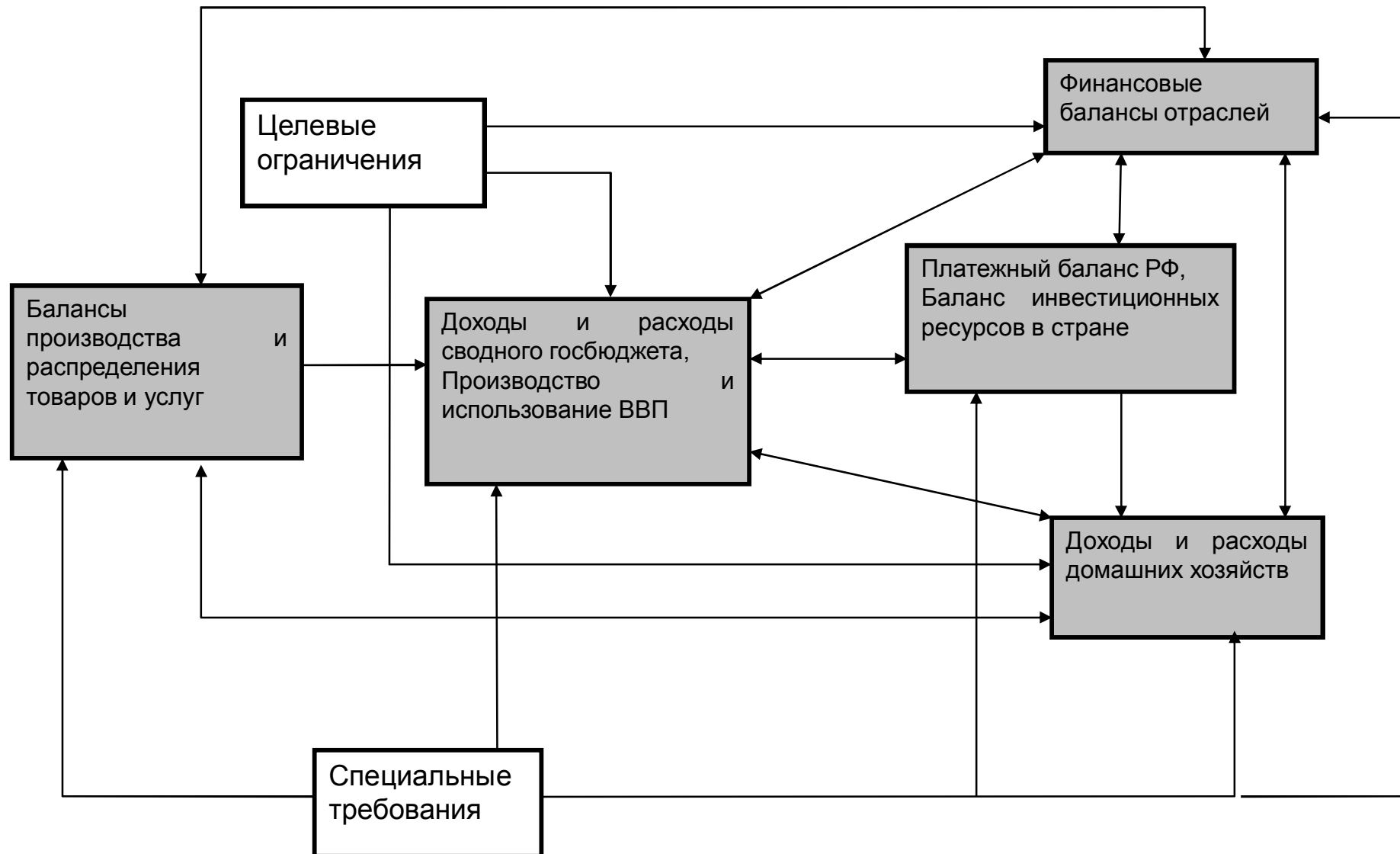
Специальные требования (ограничения)

- Ограниченность рынков сбыта экспортируемых товаров.
- Ограничения на снижение рентабельности продаж продукции отраслей.
- Ограничения сверху на долю заемных средств в совокупном капитале и в годовых инвестициях каждой отрасли.
- Ограничения на сальдо консолидированного бюджета РФ ($\pm 3\%$ от ВВП).
- Процентный доход банковской системы и её суммарный денежный поток ≥ 0 .
- Дивидендные выплаты отраслей ограничены сверху долей от располагаемой чистой прибыли.
- Валютный курс определяется рублевой инфляцией (ИПЦ), долларовой инфляцией (US CPI) и динамикой резервных активов (валютных резервов) страны.
- Дефицит госбюджета покрывается за счет средств Резервного фонда РФ.

Целевые макроэкономические ограничения на объёмы или темпы изменения:

ВВП, доходов ДХ, суммарной зарплаты, валютного курса, суммарных инвестиций, суммарного экспорта и импорта, уровня занятости, роста производства отраслей, индексов инфляции, индексов цен производителей на продукцию (в т.ч. энергоносители), объемов производства и внешней торговли ТЭР

Функциональная схема статического блока МЭНЭК

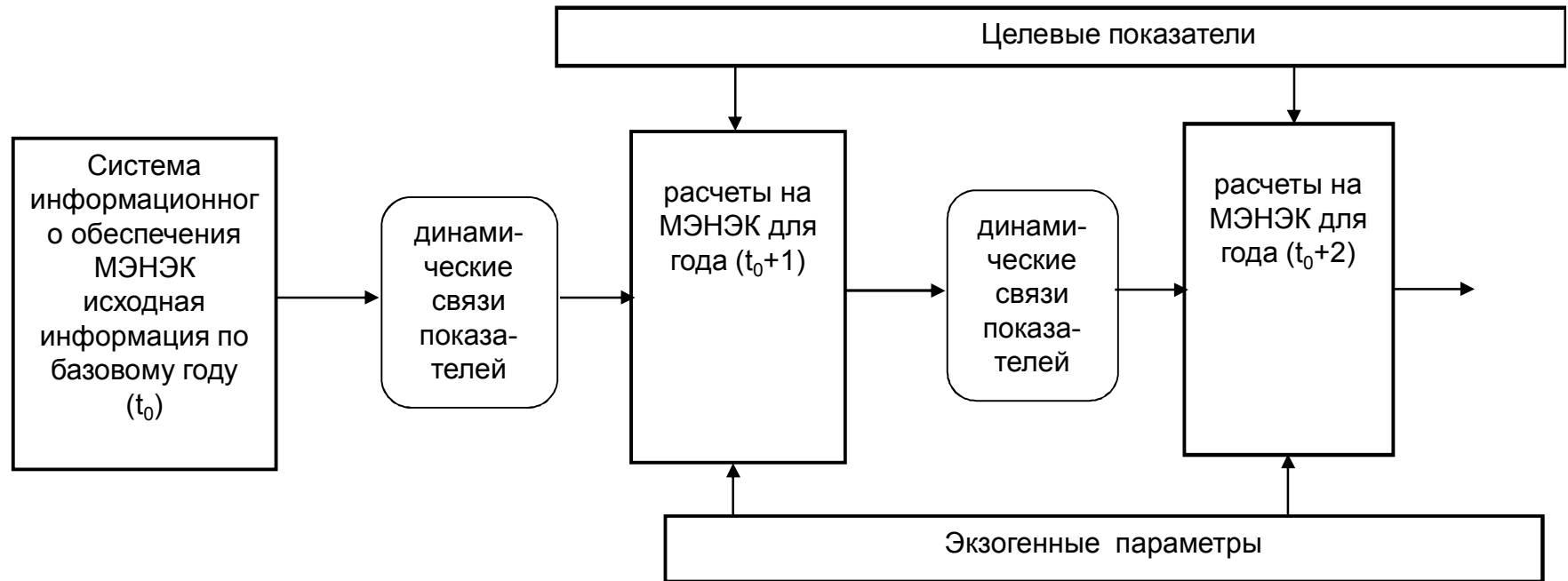


Для каждого расчетного года t состав искомым (независимых) переменных модели включает:

- объёмы производства продуктов (во внутренних ценах базового года);
- объёмы инвестиций отраслей (во внутренних ценах базового года);
- объёмы экспорта каждого продукта (во внутренних ценах базового года);
- объёмы импорта каждого продукта отдельно для целей промежуточного потребления, капитальных затрат и конечного потребления (во внутренних ценах базового года);
- объёмы изменения запасов готовой продукции (во внутренних ценах базового года);
- индексы средних оптовых цен каждого продукта;
- уровни среднемесячной зарплаты в отраслях (в рублях текущего года);
- объём скрытой зарплаты в отраслях (в рублях текущего года);
- объёмы привлекаемых займов в отраслях (в рублях текущего года);
- отраслевые объёмы дивидендных выплат (в рублях текущего года);
- уровень среднемесячной зарплаты в госучреждениях (в рублях текущего года);
- объём социальных выплат населению (в рублях текущего года);
- объёмы бюджетных средств, привлекаемых отраслями экономики (дотации, субсидии) (в рублях текущего года).

В зависимости от состава отраслей и каждый статический расчет включает 400÷500 искомым переменных и 7400-8000 экзогенных параметров, наиболее важными экзогенными параметрами являются: экспортные цены на продукты, емкости внешних рынков продуктов, капвложения ГУ и ДХ, конечное потребление товаров и услуг ДХ, сроки привлечения кредитов и депозитов.

Схема организации прогнозных расчетов на МЭНЭК



В МЭНЭК прогнозные значения показателей определяются последовательностью взаимосвязанных статических годовых оптимизационных расчётов.

В зависимости от состава отраслей и продуктов в МЭНЭК для каждого расчетного года t полилинейная оптимизационная задача может содержать 35000÷60000 ограничений

Задача полилинейного программирования (ПП):

$$D = \left\{ \sum_{j=1}^l a_{ij} \prod_{u=1}^n x_u^{h_{iju}} + b_i \geq 0 \right\}, \quad i = 1, \dots, l$$

$$\sum_{j=1}^l c_{0j} \prod_{u=1}^n x_u^{h_{j0u}} \rightarrow \max$$

i – номер ограничения;
 j – номер монома;
 u – номер переменной;
 $h_{iju} \in \{0; 1\}$.

Алгоритм реализуем, если:

1. Задана $x_0 \in D$

2. Существует такое разбиение $\{G_\lambda\}$, что:

а) $G = \bigcup_{\lambda=1}^k G_\lambda$, $G = (x_1, \dots, x_n)$ б) В λ -сечении $ПП^\lambda = ЛП^\lambda$ (ЛП – задача линейного программирования)

$$ПП^\lambda : \begin{cases} (\forall u \in G_\lambda \ x_u = \text{var}) \\ (\forall u \notin G_\lambda \ x_u = \text{const}) \end{cases}$$

Алгоритм ПП

μ – номер итерации, λ – номер рабочего шага в рамках итерации.

$$x_u^{\lambda, \mu} = x_u^{\lambda-1, \mu}, \quad \forall u \in G_\lambda$$

$x_u^{\lambda, \mu}$ = оптимальное решение задачи $ЛП^{\lambda, \mu}$

$$x^{0,1} = x^0; \quad (\kappa + 1, \mu) = (1, \mu + 1)$$

Расчетные показатели МЭНЭК представлены полилинейными функциями, которые являются многочленами с мономами, содержащими произведения переменных в первой степени

Модельный инструментарий

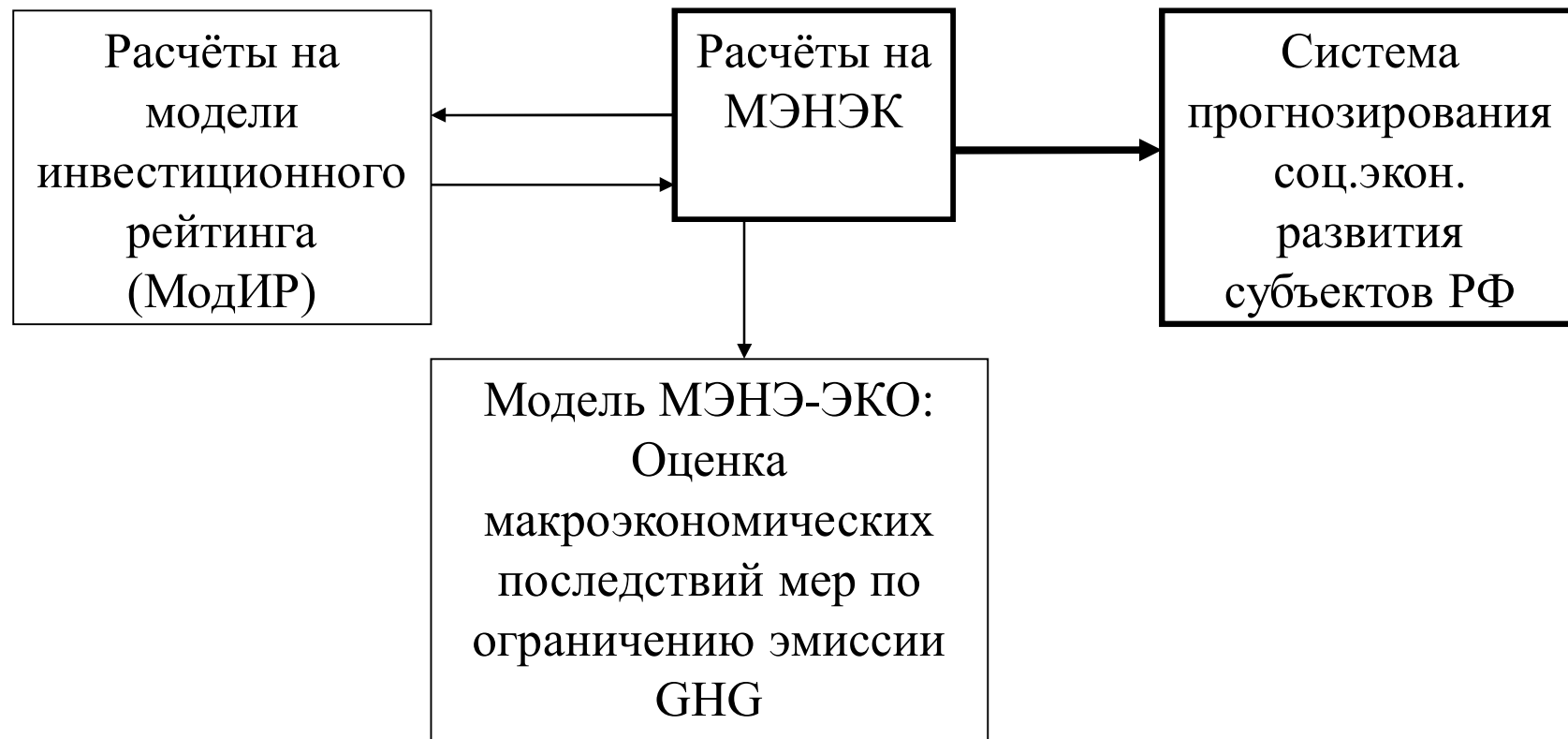


Схема распределения инвестиционных ресурсов в МодИР

Инвестиционные ресурсы:

- Финансовые ресурсы производственных отраслей
- Капитализированные сбережения населения
- Приток иностранного капитала
- Финансовые ресурсы госучреждений
- Финансовые ресурсы внебюджетных фондов



рейтинг инвестиционных направлений



Денежно-кредитная система:

- Финансовые балансы производственных отраслей
- Совокупный финансовый баланс банковской системы
- Баланс денежной массы
- Консолидированный государственный бюджет
- Совокупный финансовый баланс домашних хозяйств
- Условие равновесия валютного курса



Займы населению

Инвестиции и займы производственным отраслям

Покупка гособлигаций

Вывоз капитала за границу

Прогнозирование социально-экономического развития регионов России основано на сочетании трех принципов:

- Согласование перспективных показателей, определяющих развитие экономики страны и регионов.
- Учет ретроспективных тенденций как в динамике региональной структуры экономики страны, так и в отраслевой структуре экономики каждого субъекта РФ.
- Учет принятых к реализации крупных инвестиционных проектов в субъектах РФ - обуславливают в перспективе качественные изменения в отраслевой структуре экономики субъектов РФ и региональной структуре экономики страны в целом.

Этапы прогнозирования социально-экономического развития регионов

1. Разработка развернутого сценария развития экономики страны в целом, в рамках уточнения правительственных прогнозных параметров социально-экономического развития РФ.
2. Формирование базы данных по значимым инвестиционным проектам, которые реализуются или планируются для реализации в субъектах РФ.
3. Формирование базы данных по ретроспективной динамике развития экономики субъектов РФ.
4. Разработка согласованных между собой прогнозных сценариев социально-экономического развития субъектов РФ на основе сложившихся в ретроспективном периоде тенденций (т.е. без учёта значимых перспективных инвестиционных проектов).
5. Формирование итогового сценария социально-экономического развития регионов России с учётом перспективных инвестиционных проектов и ожидаемых качественных изменений в тенденциях отраслевой структуры экономики субъектов РФ

Этап 1. Разработка развернутого прогноза развития экономики страны в целом (расчеты на МЭНЭК)

- анализ совместности (взаимной непротиворечивости) правительственных сценарных параметров развития экономики (при необходимости их минимальная корректировка).
- определение объёмов производства и инвестиций отраслей, необходимых для обеспечения правительственных параметров развития экономики с учетом требований финансовой устойчивости отраслей

Рассматривается перечень из 7 отраслей (по ОКВЭД):

А - Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство.

С - Добыча полезных ископаемых.

D - Обрабатывающие производства.

Е - Производство и распределение электроэнергии, газа и воды.

Ф - Строительство.

I - Транспорт и связь.

- Прочие виды деятельности.

В результате для каждого прогнозного года (t) определяются следующие показатели в сопоставимых ценах:

- валовой выпуск ($ВВ_i^t$) каждой отрасли (i) в целом по стране;
- капвложения каждой отрасли ($КВ_i^t$) в целом по стране;
- валовой добавленной стоимости в экономике ($ДС^t$);
- доходы домашних хозяйств ($ДН^t$) в целом по стране;

Этап 2. Формирование базы данных по перспективным инвестиционным проектам

Проект рассматривается, если его стоимость не ниже 5% от отчетного объема инвестиций в отрасль данного субъекта РФ

Для каждого проекта выявляются:

- субъект РФ в котором реализуется проект (j – индекс субъекта);
- год начала осуществления инвестиций по проекту и сроки освоения проектной мощности;
- проектная мощность в ценах базового года с привязкой их к соответствующим отраслям (i – индекс отрасли);
- объемы необходимых инвестиций с разбивкой их по годам реализации инвестиционного проекта ($прKB_{ij}^t$);
- обусловленные проектом ожидаемые приросты выпуска продукции в ценах базового года с привязкой их к соответствующим отраслям и разбивкой по годам в соответствии со сроками освоения проектной мощности ($прVB_{ij}^t$).

В результате для каждого субъекта РФ формируется «проектная траектория субъекта», включающая в себя следующие вектора:

$\{прВВ_{ij}^t\}$ - суммарные отраслевые приросты выпусков, обусловленные перспективными инвестпроектами.

$\{прКВ_{ij}^t\}$ - суммарные отраслевые инвестиции, обусловленные перспективными инвестпроектами.

где i -номер отрасли, j -номер субъекта РФ, t - прогнозный год

Путем суммирования «проектных траекторий субъектов» формируется «проектная траектория страны» в виде последовательности **отраслевых** векторов выпусков $\{прВВ_i^t\}$ и инвестиций $\{прКВ_i^t\}$.

На четвёртом этапе для формирования сценариев развития субъектов РФ по сложившимся ретроспективным тенденциям (сценарии развития “по тенденции”) необходимо “очистить” полученные на первом этапе перспективные траектории выпусков $\{ВВ_i^t\}$ и инвестиций $\{КВ_i^t\}$ в стране от всех прогнозных “возмущений”, вызванных крупными инвестиционными проектами в регионах:

$$\{дезВВ_i^t = ВВ_i^t - прВВ_i^t\} \text{ и } \{дезКВ_i^t = КВ_i^t - прКВ_i^t\}$$

Этап 3. Формирование базы данных по ретроспективной динамике развития экономики субъектов РФ

За ретроспективный период 2001-2010 гг. **для каждого субъекта РФ** выявляются темпы изменения в сопоставимых ценах (в ценах последнего отчётного года) следующих показателей:

- ВРП (валового регионального продукта),
- доходов населения,
- объёмы валового выпуска отраслей экономики субъектов РФ,
- объёмы инвестиций в отраслях экономики субъектов РФ.

В результате определяются тенденции изменения рассматриваемых показателей в каждом субъекте РФ к началу прогнозного периода

Этап 4. Разработка согласованных между собой прогнозных сценариев социально-экономического развития субъектов РФ на основе сложившихся в ретроспективном периоде тенденций

Производится двухуровневая территориальная детализация сформированных на выходе первого и второго этапа показателей:

- валовой добавленной стоимости ($ДС^t$) в стране,
- суммарных доходов населения ($ДН^t$) в стране,
- суммарных по стране отраслевых выпусков и инвестиций за вычетом «проектных траекторий страны» ($дезВВ_i^t$ и $дезКВ_i^t$ соответственно).

На первом уровне значения, полученные для страны, дифференцируются по 8 Федеральным Округам. В результате формируются расчетные значения для каждого Федерального Округа.

Далее по каждому Федеральному Округу полученные значения выступают в роли задающих значений и дифференцируются по всем входящим в его состав субъектам РФ.

Методика дифференциации задающих значений рассматриваемых показателей реализована с помощью 9 идентичных экономико-математических моделей, отличающихся друг от друга лишь составом регионов (субъектов РФ).

Принцип нестрогого сохранения усредненного по нескольким предыдущим годам значения скорости изменения следующих долей:

- региональных долей валового выпуска отраслей ($ВВ_{ij}^{ij}/дезВВ_i$),
- региональных долей добавленной стоимости ($ВРП_j/ДС$),
- региональных долей доходов населения ($ДН_j/ДН$)

Компонентам $X_j = (ВВ_{ij}, ДС_j, ДН_j)$ соответствуют компоненты вектора $дезX_i = (дезВВ_i, ДС, ДН)$.

Если $S_{ij} = (X_{ij}/дезX_i)$, то годовой индекс $indS^t = S^t/S^{t-1}$

Вычисление $indS^t$ ориентировано не только на последнее значение $indS^{t-1}$, а на усредненное по нескольким предыдущим годам средневзвешенное значение ($avindS^t$):

$$avindS^t = 0,4 * indS^{t-1} + 0,6 * avindS^{t-1}$$

Это соотношение отражает сформировавшуюся тенденцию с приоритетом более свежим данным

$$S^t = avindS^t * S^{t-1} \quad \Rightarrow \quad \text{ожид} X_{ij}^t = X_{ij}^{t-1} * avindS^t * \frac{дезX_i^t}{дезX_i^{t-1}}$$

$$\text{Однако} \quad \sum_j \text{ожид} X_{ij}^t \neq дезX_i^t \quad \Rightarrow \quad \text{тренд} X_{ij}^t = \text{ожид} X_{ij}^t * \frac{дезX_i^t}{\sum_j \text{ожид} X_{ij}^t}$$

Объём инвестиций отраслей в регионе: $\text{трендКВ}_{ij}^t = k_{ij}^t * \text{трендВВ}_{ij}^t$

где k_{ij}^t – капиталоемкость выпуска i -ой отрасли в j -ом регионе в году t .

При расчете k_{ij}^t используется предположение, что индекс этого показателя совпадает с индексом соответствующего общеотраслевого показателя K_i^t :

$$K_i^t = \text{дезКВ}_i^t / \text{дезВВ}_i^t \quad \Rightarrow \quad k_{ij}^t = k_{ij}^{t-1} * \frac{K_i^t}{K_i^{t-1}}$$

В результате на этапе 4 для каждого субъекта РФ на основе сложившихся в ретроспективном периоде тенденций определяется динамика следующих показателей:

- валового регионального продукта (ВРП_j^t);
- доходов населения (ДН_j^t);
- валового выпуска каждой отрасли без учёта значимых перспективных инвестиционных проектов (трендВВ_{ij}^t);
- капитальных вложений каждой отрасли без учёта значимых перспективных инвестиционных проектов (трендКВ_{ij}^t).

Этап 5. Формирование итоговых показателей социально-экономического развития регионов России

Необходимо учитывать перспективные инвестиционные проекты, которые реализуются или планируются для реализации в соответствующих субъектах РФ. К «трендовой траектории» субъектов добавляется их «проектная траектория» :

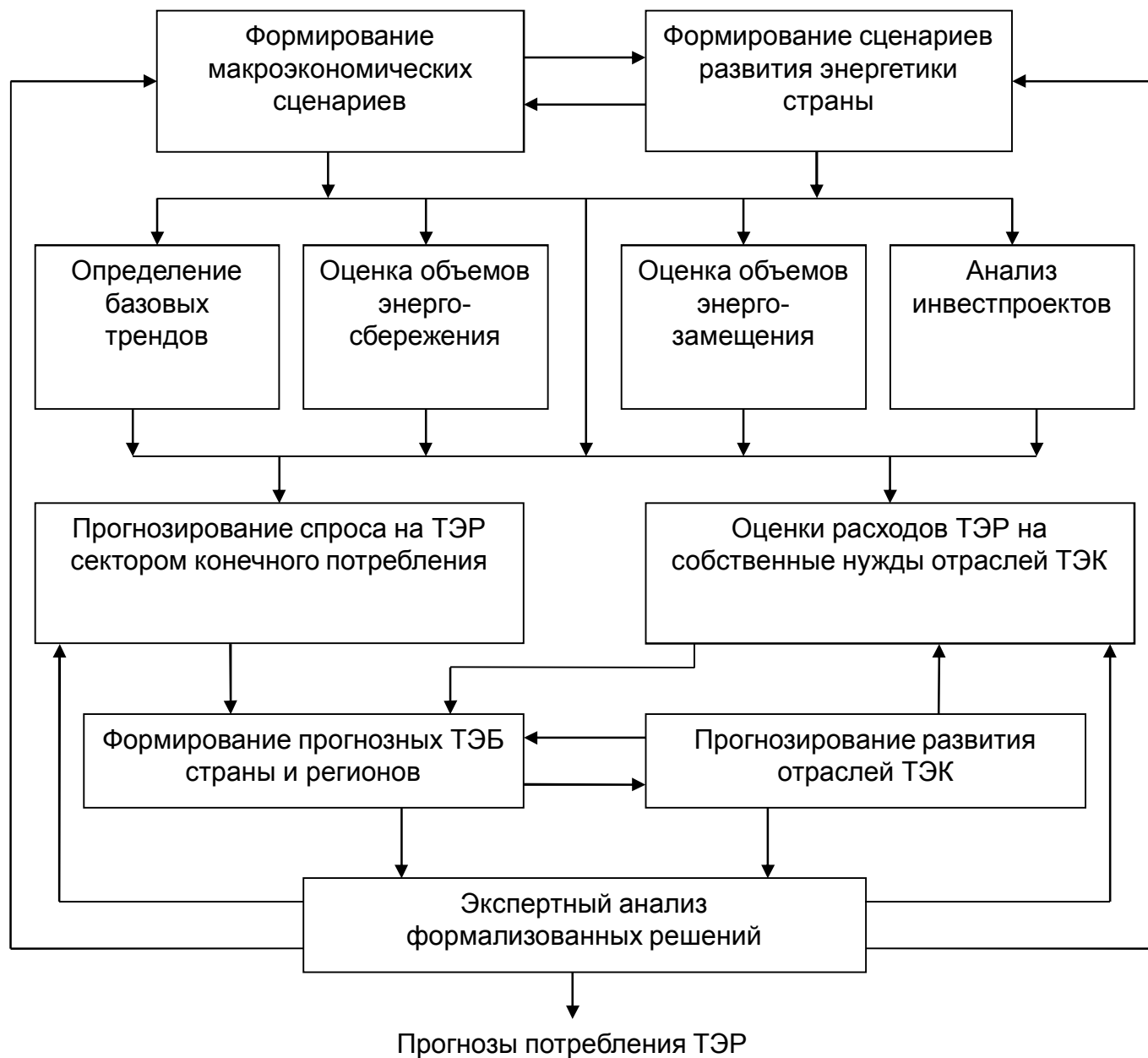
$$ВВ_{ij}^t = \text{тренд}ВВ_{ij}^t + \text{пр}ВВ_{ij}^t$$

$$КВ_{ij}^t = \text{тренд}КВ_{ij}^t + \text{пр}КВ_{ij}^t$$

В результате формируется прогнозный сценарий социально-экономического развития России, в котором отражаются качественные изменения в региональной структуре экономики страны и в отраслевой структуре экономики регионов.

Эти качественные изменения, обусловленные учтёнными инвестиционными проектами, нарушают тенденции в динамике развития регионов, которые сложились в ретроспективном периоде.

Принципиальная схема прогнозирования энергопотребления страны и регионов



Рассматриваемые виды ТЭР

- 1) Электрическая энергия,
- 2) тепловая энергия (централизованное тепло),
- 3) топливо (включая местные виды топлива):
 - природный газ,
 - топочный мазут,
 - энергетический уголь,
 - кокс,
 - сжиженный газ,
 - коксовый газ,
 - доменный газ,
 - сухие газы нефтепереработки,
 - автомобильный бензин,
 - дизельное топливо,
 - авиационный керосин,
 - прочие моторные топлива (судовое, турбинное и др.),
 - нефтехимическое сырье,
 - прочие жидкие горючие,
 - дрова и прочие твердые топлива (биомасса и др.).

Направления использования топлива:

- а) котельно-печное топливо (КПТ),
- б) моторное топливо (МТ) и
- в) топливо, расходуемое в качестве сырья и на нетопливные нужды (СнН)

Внешними параметрами для прогнозирования спроса на ТЭР со стороны сектора конечного потребления являются основные прогнозные показатели социально-экономического развития субъектов РФ

Прогнозирование спроса на ТЭР со стороны сектора конечного потребления для каждого субъекта РФ ведётся в отраслевом разрезе.

В регионах рассматриваются следующие виды экономической деятельности (по ОКВЭД):

А - Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство.

С - Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических .

D - Обрабатывающие производства, кроме преобразования ТЭР (производства кокса и нефтепродуктов).

F - Строительство.

I – Транспорт , кроме трубопроводного транспорта газа и нефти

Связь.

Прочие виды деятельности (в основном представленные сферой услуг) .

Кроме того, в сектор конечного потребления включаются:

- домашние хозяйства;
- расходы топлива в качестве сырья (и на нетопливные нужды)

На уровне страны обрабатывающие производства, транспорт и связь рассматриваются более детально.

В частности, из ВЭД «Транспорт» выделяются: железнодорожный транспорт; прочий сухопутный транспорт; водный транспорт; воздушный транспорт; связь.

Для любого года прогнозного периода в каждой отрасли объем потребления энергоносителей определяется произведением объемов выпуска отрасли на её энергоемкость.

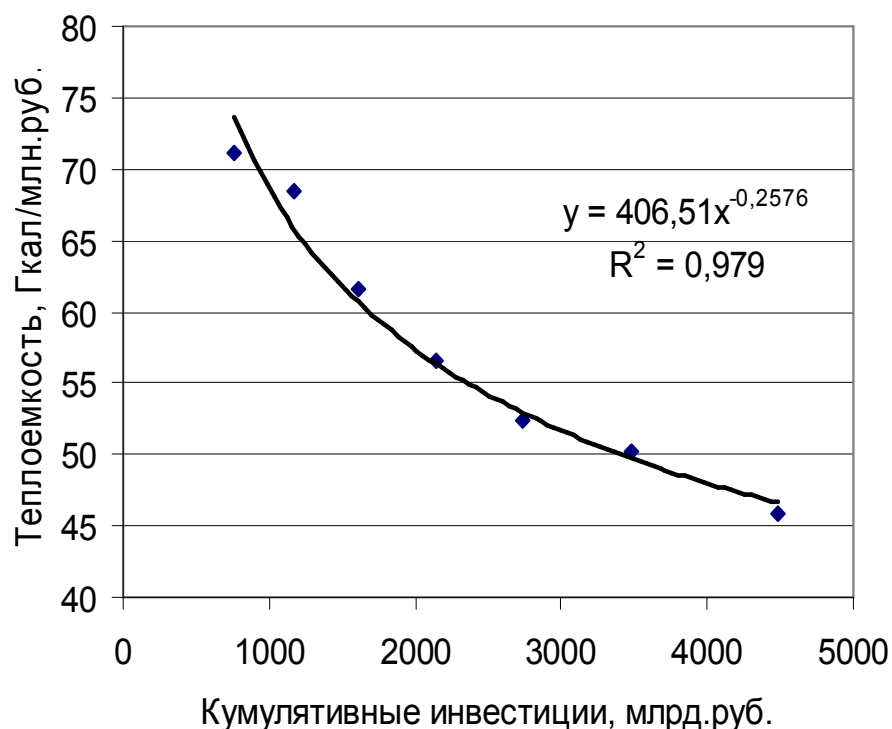
Для определения прогнозных значений энергоёмкости каждой отрасли в каждом субъекте РФ решаются следующие задачи

1. Определяются базовые тренды изменения энергоемкостей отраслей - решается путем сопоставления объемов энергопотребления отраслей с их динамикой производства и инвестиций.
2. Формируется оценка прогнозных объемов энергосбережения и энергозамещения для отраслей – решается на основе методов технико-экономического анализа энергосберегающих и энергозамещающих технологий и мероприятий.
3. Для каждого выбранного инвестпроекта определяются энергетические характеристики для их учета в процессе прогнозирования энергопотребления. Эти характеристики определяются силами экспертов.

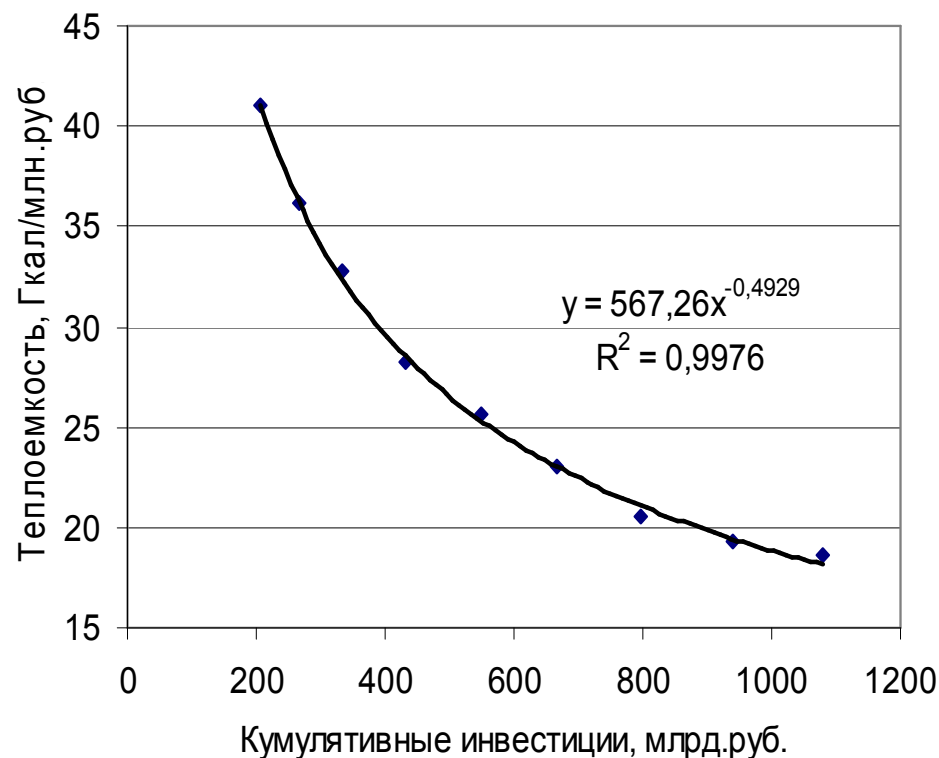
Для базовых трендов энергоёмкостей решающей является связь энергоёмкости отрасли с кумулятивными инвестициями в основной капитал соответствующей отрасли

Зависимость теплоемкости отраслей от кумулятивных инвестиций.

Обработывающих производства



Сельское и лесное хозяйство

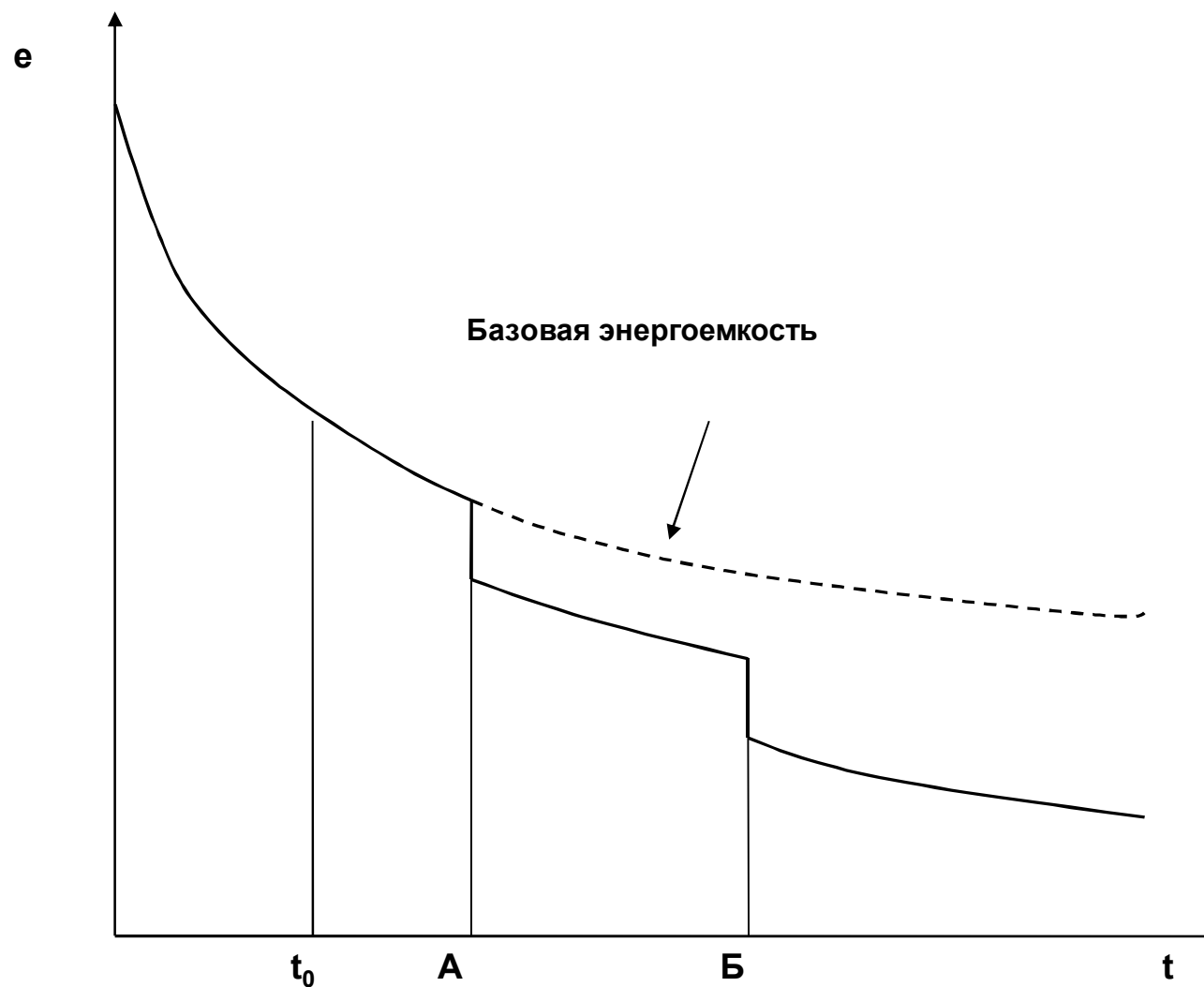


Значения квадрата коэффициента корреляции (R^2), полученные при анализе зависимости энергоемкостей отраслей от их кумулятивных инвестиций (при аппроксимации отчетных данных зависимостью $y = ax^b$).

	Электроэнергия	Тепловая энергия	КПТ
Добывающие производства	0,834	0,977	0,947
Обрабатывающие производства	0,967	0,980	0,975
Строительство	0,960	0,957	0,851
Сельское и лесное хозяйство	0,987	0,996	0,847
Транспорт и связь	0,850	0,990	0,944
Прочие сектора	0,974	0,943	0,891
Домашние хозяйства*	0,995	0,859	0,962

* Для домашних хозяйств удовлетворительными оказываются множественные корреляции энергоемкостей с обеспеченностью жильем и душевыми доходами населения

*Прогноз энергоемкости отрасли
(А – реализация энергосберегающего мероприятия; Б – реализация инвестпроекта; t_0 – начало прогнозного периода)*



Иерархическая система формирования перспективных объёмов спроса на ТЭР обеспечивает разработку взаимосогласованных прогнозов энергопотребления

Три уровня прогнозирования:

