

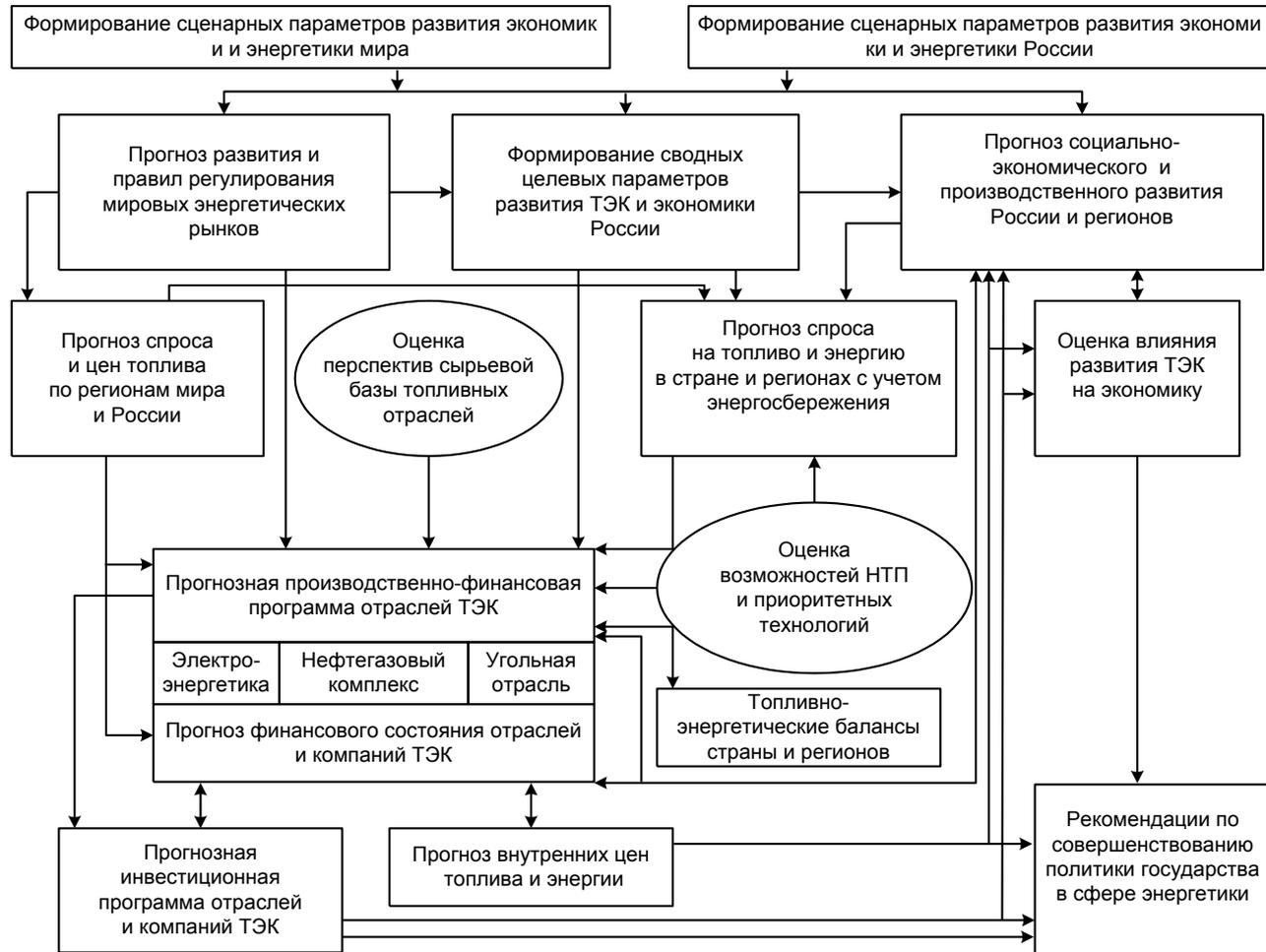
**Совершенствование алгоритма
оптимизации
модели газовой отрасли России
при разработке
многокомпонентных
месторождений**

**Александр Тарасов,
к.т.н., старший научный сотрудник
Институт энергетических исследований РАН
(ИНЭИ РАН)**

**В состав комплекса SCANER входят
информационно-модельные блоки, предусматривающие
максимально широкий охват проблем развития энергетики мира,
России и ее регионов:**

- блок формирования сценариев внешних условий;
- блок прогнозирования развития мировой энергетики;
- блок прогнозирования социально-экономического развития России и регионов;
- блок прогнозирования энергопотребления и формирования топливно-энергетических балансов (ТЭБ);
- блок электроэнергетики;
- блок нефти и нефтепереработки;
- газовый блок;
- угольный блок.

Структурная схема модельно-информационного комплекса SCANNER



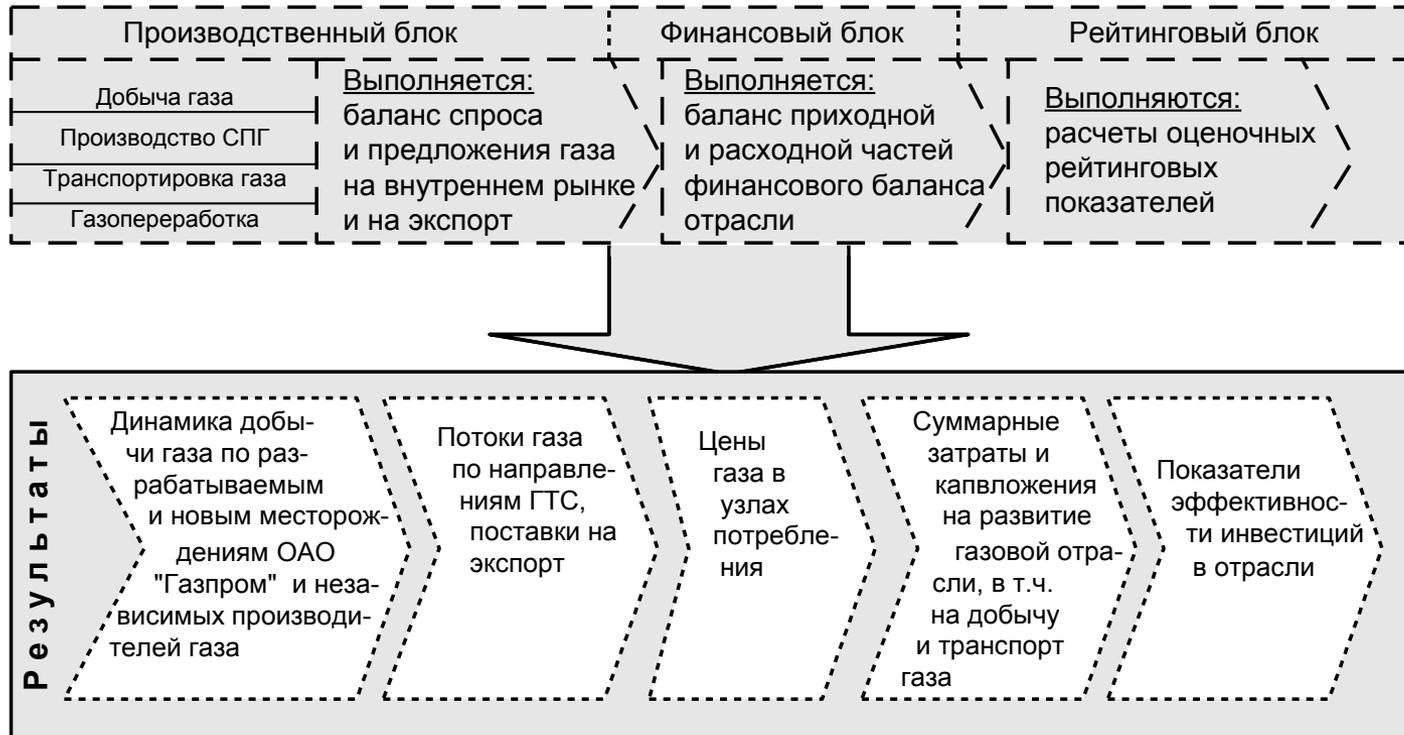
Оптимизационная модель газовой отрасли («Омо ГАЗ»)

Оптимизационная линейная динамическая модель газовой отрасли «Омо Газ» разработана и применяется в ИНЭИ РАН

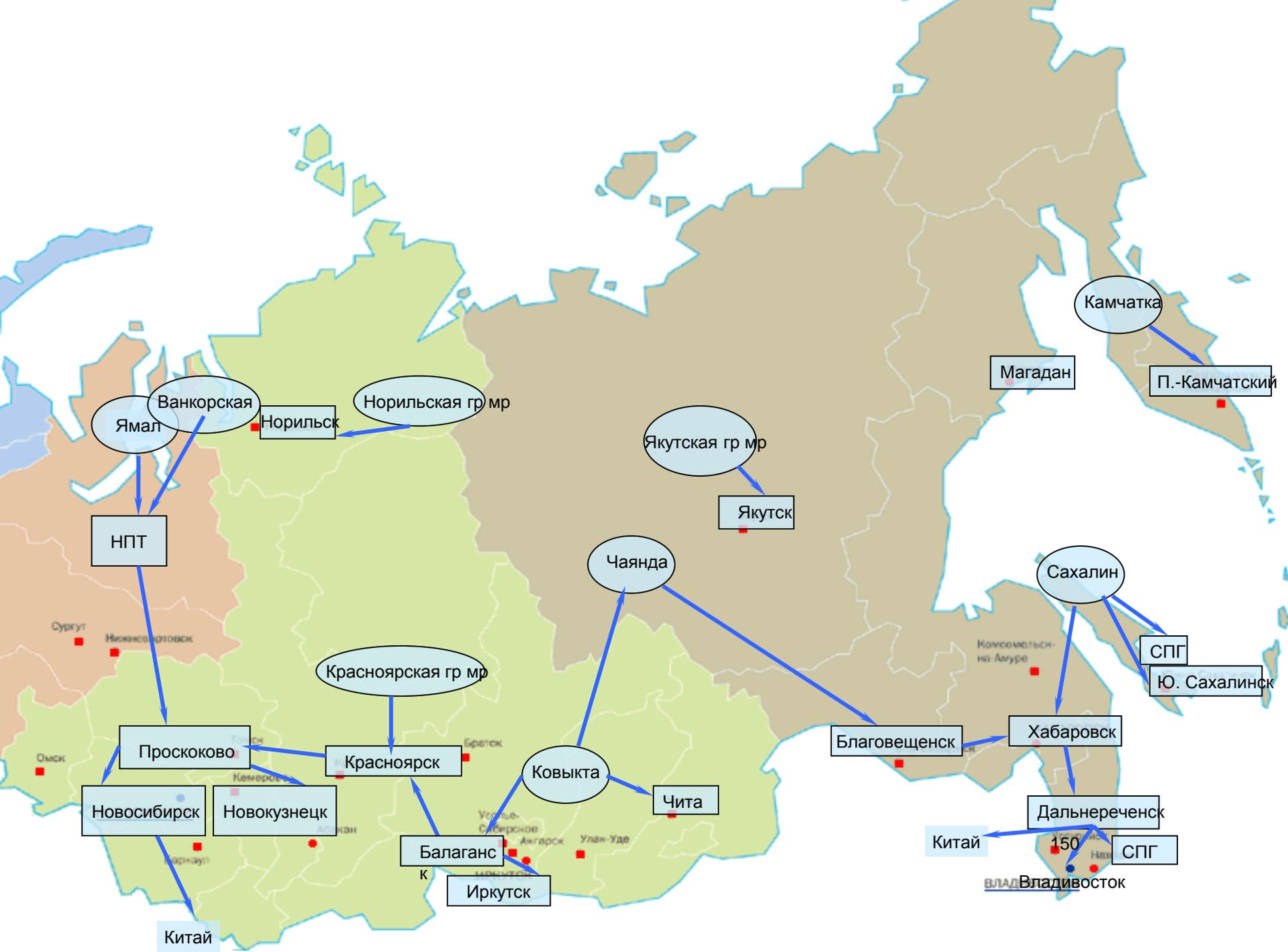
«Омо Газ» позволяет оперативно при изменении внешних факторов развития спроса и цен на газ на внутреннем и внешних рынках выбрать инвестиционную стратегию газовой отрасли и сформировать динамику добычи газа и развития транспортной сети, при которых:

- будет удовлетворен спрос внутреннего рынка, выполнены обязательства по экспорту газа;
- будут выполнены все финансовые обязательства отрасли перед кредиторами, государством и акционерами;
- сохранится финансовая устойчивость и инвестиционная привлекательность отрасли.

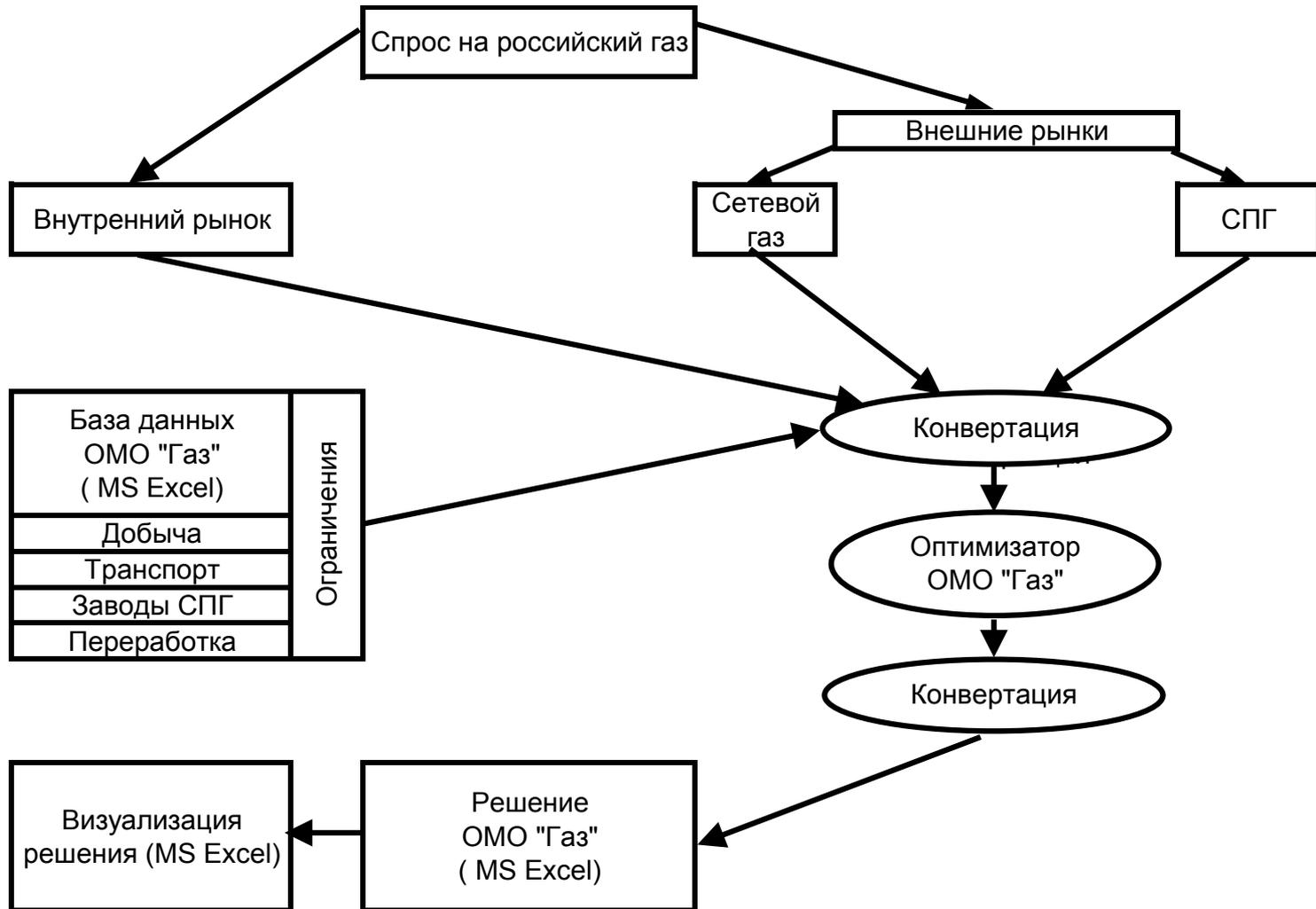
Структура модели газовой отрасли («Омо Газ»)







Алгоритм работы модели ОМО «Газ»



Добыча

Расчеты ведутся по новым и разрабатываемым месторождениям («старый газ»).

Новые месторождения (проекты)

Новые объекты добычи в модели – это либо отдельные крупные месторождения (Бованенковское, Харасавейское, Штокмановское и т.д.), либо сумма нескольких месторождений, расположенных в одном районе (Обско-Тазовских губ, Большехетской впадины и т.д.).

Для каждого района добычи l рассматривается N_l новых проектов P_i освоения отдельных месторождений или группы месторождений. Каждый i -й проект представляется тройкой векторов

$$P_i = (d^i, c^i, k^i), i \in I_l, (1)$$

где

d^i, c^i, k^i - векторы (размерности T) с компонентами $d_t^i, c_t^i, k_t^i, t=1, \dots, T$ характеризующими проектные значения уровней добычи (на последний год периода t), суммарных эксплуатационных затрат и капиталовложений за период t .

Добыча

Предусмотрены разные варианты начала реализации i -го проекта. Эти альтернативы в модели рассматриваются как разные проекты $P_i(\tau)$. Здесь τ – период начала реализации i -го проекта в τ -й альтернативе,

$$P_i(\tau) = (d^i(\tau), c^i(\tau), k^i(\tau)),$$

где

$d^i(\tau), c^i(\tau), k^i(\tau)$ – векторы с компонентами

$$\left(d_t^i(\tau), c_t^i(\tau), k_t^i(\tau) \right) = \begin{cases} \left(d_{t-\tau+1}^i, c_{t-\tau+1}^i, k_{t-\tau+1}^i \right), & \text{для } t \geq \tau \\ (0, 0, 0), & \text{для } t < \tau \end{cases}$$

Здесь $d_{t-\tau+1}^i, c_{t-\tau+1}^i, k_{t-\tau+1}^i$ – компоненты с номерами $j=t-\tau+1$ соответствующих векторов из тройки (d^i, c^i, k^i) из (1). Формула написана для простоты для случая погодовой модели $h_t=1$.

Добыча

Для разрабатываемых (действующих) месторождений в рассмотрение вводятся:

$c_l^p(t)$ – удельные затраты на добычу газа на разрабатываемых месторождениях в районе l за период t ;

$k_l^p(t)$ – удельные капвложения на поддержание добычи на разрабатываемых месторождениях в районе l за период t .

По «старому газу» в модели могут быть введены ограничения:

- $d_{jt}^p = Q_{jt}$, где Q_{jt} – прогноз добычи по j -ому разрабатываемому объекту, добычу этого разрабатываемого объекта менять нельзя, т.е. принимается проектный уровень.

- $d_{jt}^p \leq Q_{jt}$, что позволяет модели уменьшить добычу в отдельные годы, если баланс газа это допускает.

Добыча

Управляющими переменными в добыче будут являться

$u_l^{pgn}(t)$, $u_l^{pn}(t)$ – годовой объём добычи газа Газпрома и независимых компаний на разрабатываемых (действующих) месторождениях в районе l ;

$u^{ign}(\tau)$, $u^{in}(\tau)$ – доля реализации i -го проекта в альтернативе с номером τ для Газпрома и независимых компаний.

$$\sum_{\tau=1}^T (u^{ign}(\tau) + u^{in}(\tau)) \leq 1$$

Добыча

Фазовые переменные в добыче

В каждом l -ом районе добычи могут размещаться как старые (разрабатываемые), так и новые объекты добычи.

$x_l^{\partial gn}(t)$, $x_l^{\partial n}(t)$ – объём добычи Газпрома и независимых производителей в районе l на последний год периода t :

$$x_l^{\partial gn}(t) = u_l^{p gn}(t) + \sum_{i \in I_l} \sum_{\tau=1}^t d_t^i(\tau) u^{i gn}(\tau)$$

$$x_l^{\partial n}(t) = u_l^{p n}(t) + \sum_{i \in I_l} \sum_{\tau=1}^t d_t^i(\tau) u^{i n}(\tau)$$

Суммарная добыча Газпрома и независимых компаний в рубежном году t $x^{\partial gn}(t)$ будет определяться как сумма добычи из всех объектов по всем регионам l добычи.

$x^{\partial gn}(t)$, $x^{\partial n}(t)$ – суммарная добыча газа Газпрома и независимых производителей на последний год периода t :

$$x^{\partial gn}(t) = \sum_l x_l^{\partial gn}(t)$$

$$x^{\partial n}(t) = \sum_l x_l^{\partial n}(t)$$

Добыча

Управляющими переменными в добыче будут являться

$u_l^{pgn}(t)$, $u_l^{pn}(t)$ – годовой объём добычи газа Газпрома и независимых компаний на разрабатываемых (действующих) месторождениях в районе l ;

$u^{ign}(\tau)$, $u^{in}(\tau)$ – доля реализации i -го проекта в альтернативе с номером τ для Газпрома и независимых компаний.

$$\sum_{\tau=1}^T (u^{ign}(\tau) + u^{in}(\tau)) \leq 1$$

Добыча

Фазовые переменные в добыче

В каждом l -ом районе добычи могут размещаться как старые (разрабатываемые), так и новые объекты добычи.

$x_l^{\partial_{2n}}(t)$, $x_l^{\partial_n}(t)$ – объём добычи Газпрома и независимых производителей в районе l на последний год периода t :

$$x_l^{\partial_{2n}}(t) = u_l^{p_{2n}}(t) + \sum_{i \in I_l} \sum_{\tau=1}^t d_t^i(\tau) u^{i_{2n}}(\tau)$$

$$x_l^{\partial_n}(t) = u_l^{p_n}(t) + \sum_{i \in I_l} \sum_{\tau=1}^t d_t^i(\tau) u^{i_n}(\tau)$$

Суммарная добыча Газпрома и независимых компаний в рубежном году t $x^{\partial_{2n}}(t)$ будет определяться как сумма добычи из всех объектов по всем регионам l добычи.

$x^{\partial_{2n}}(t)$, $x^{\partial_n}(t)$ – суммарная добыча газа Газпрома и независимых производителей на последний год периода t :

$$x^{\partial_{2n}}(t) = \sum_l x_l^{\partial_{2n}}(t)$$

$$x^{\partial_n}(t) = \sum_l x_l^{\partial_n}(t)$$

Добыча

$x_3^{\partial_{zn}}(t)$, $x_3^{\partial_n}(t)$ – эксплуатационные затраты Газпрома и независимых производителей на добычу за период t (включая амортизацию):

$$x_3^{\partial_{zn}}(t) = \sum_l c_l^p(t) u_l^{pzn}(t) + \sum_l \sum_{i \in I_l} \sum_{\tau=1}^t c_t^i(\tau) u^{izn}(\tau)$$

$$x_3^{\partial_n}(t) = \sum_l c_l^p(t) u_l^{pn}(t) + \sum_l \sum_{i \in I_l} \sum_{\tau=1}^t c_t^i(\tau) u^{in}(\tau)$$

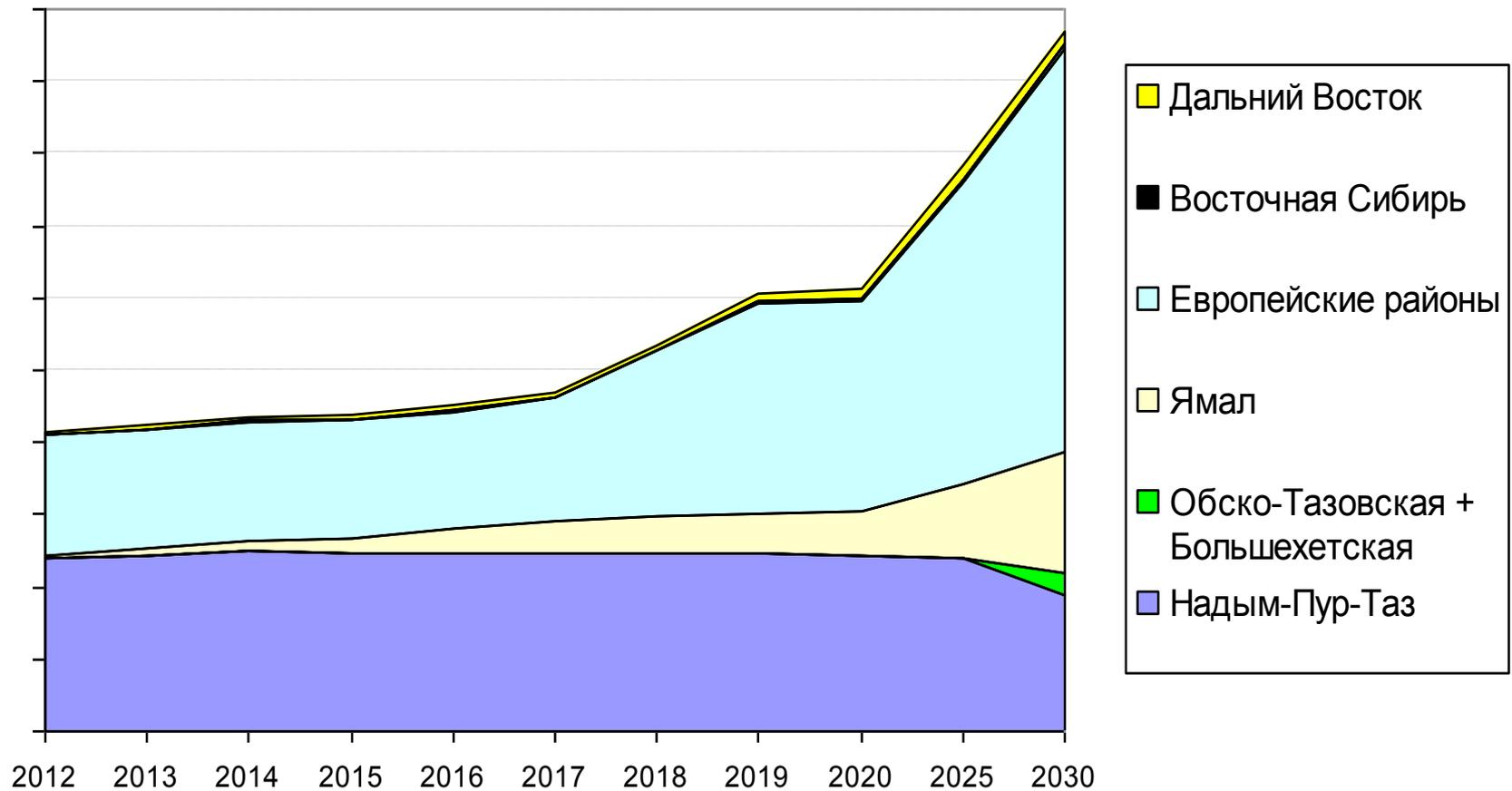
$x_k^{\partial_{zn}}(t)$, $x_k^{\partial_n}(t)$ – капиталовложения Газпрома и независимых производителей на добычу за период t .

$$x_k^{\partial_{zn}}(t) = \sum_l k_l^p(t) u_l^{pzn}(t) + \sum_l \sum_{i \in I_l} \sum_{\tau=1}^t k_t^i(\tau) u^{izn}(\tau)$$

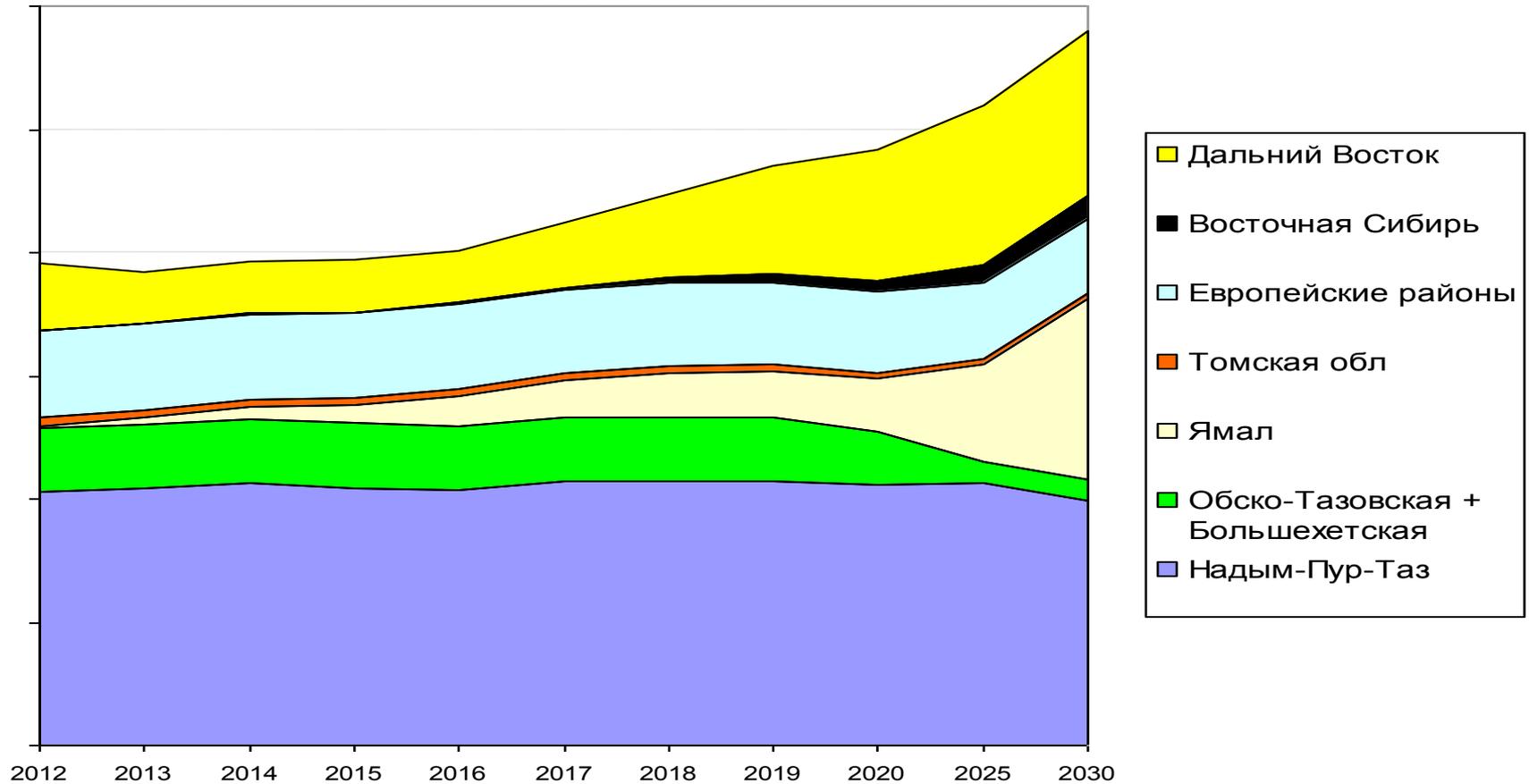
$$(t=1, \dots, T)$$

$$x_k^{\partial_n}(t) = \sum_l k_l^p(t) u_l^{pn}(t) + \sum_l \sum_{i \in I_l} \sum_{\tau=1}^t k_t^i(\tau) u^{in}(\tau)$$

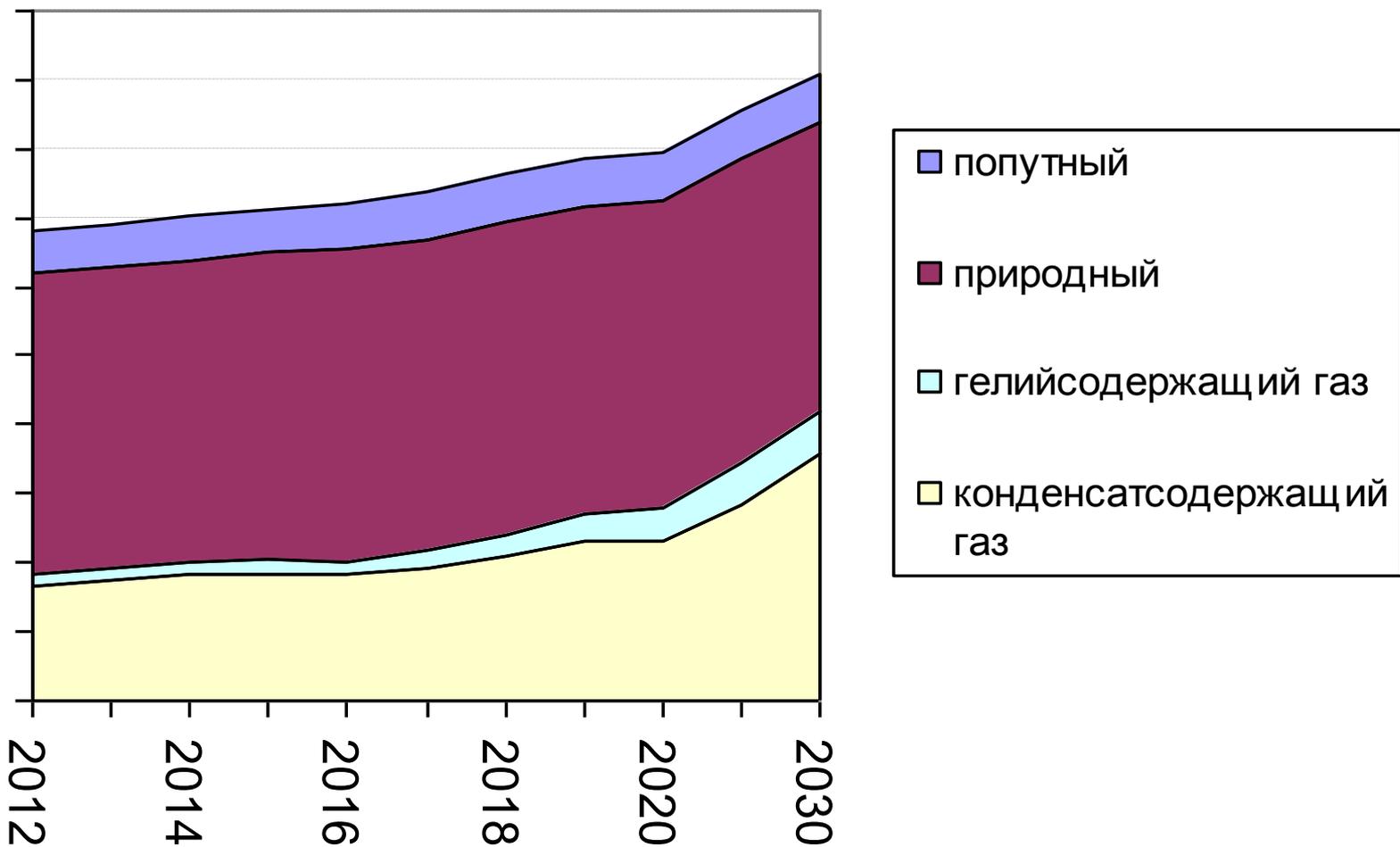
Возможные уровни добычи газа с содержанием пропан-бутана



Возможные уровни добычи этансодержащего газа



Возможные уровни добычи гелийсодержащего и конденсатосодержащего газа



Выводы

Добыча многокомпонентного газа в России в средне и долгосрочной перспективе существенно возрастет

Газопереработка в России нуждается в существенной модернизации

Необходим анализ внутреннего и внешнего рынков пропан-бутана и логистики поставок как внутри России, так и на экспорт

Необходим анализ внутреннего рынка этана и возможность его переработки

Необходим анализ внутреннего и внешнего рынков гелия и логистики поставок как внутри России, так и на экспорт

Необходим анализ технологий получения и хранения гелия и гелиевого концентрата

Благодарю за внимание!