

Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина

# Система диспетчерского управления ГТС

д.т.н., С.А.Сарданашвили  
заведующий кафедрой П и ЭГНП

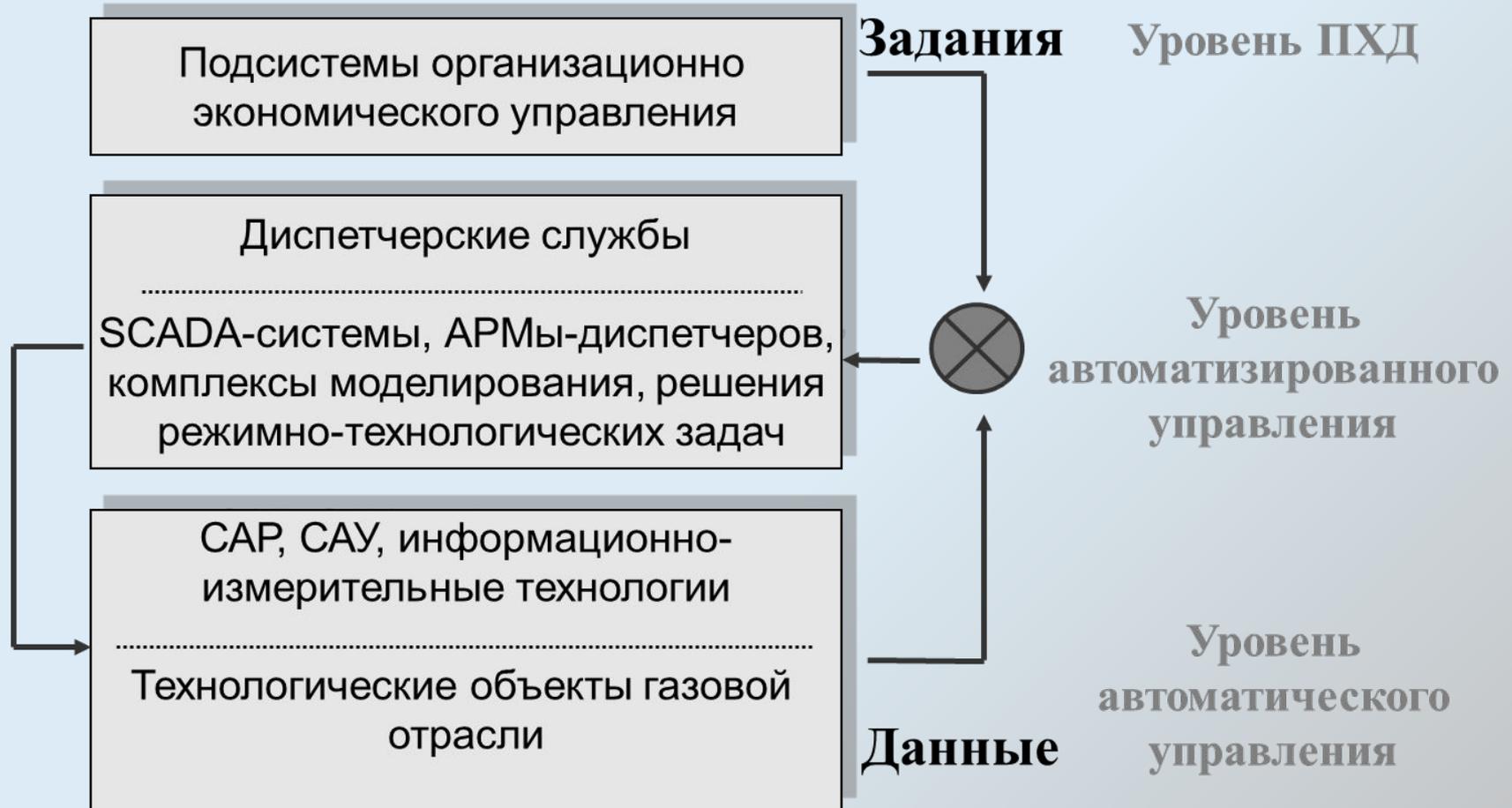
г. Москва – 11.02.2016 г.



# Состав технологических систем газоснабжения ЕСГ



# Основные уровни управления систем газоснабжения ЕСГ



# Основные уровни диспетчерского управления систем газоснабжения ЕСГ

- ✓ Планирование потоков ЕСГ,
- ✓ мониторинг потоков между системами газоснабжения,
- ✓ планирование управлений

ЦПДД ПАО «Газпром»

- ✓ Планирование режимов,
- ✓ контроль режимов,
- ✓ ситуационный анализ,
- ✓ планирование управлений,
- ✓ прогнозирование режимов

ПДС ГДО

ПДС ГТО

ПДС ПХГ

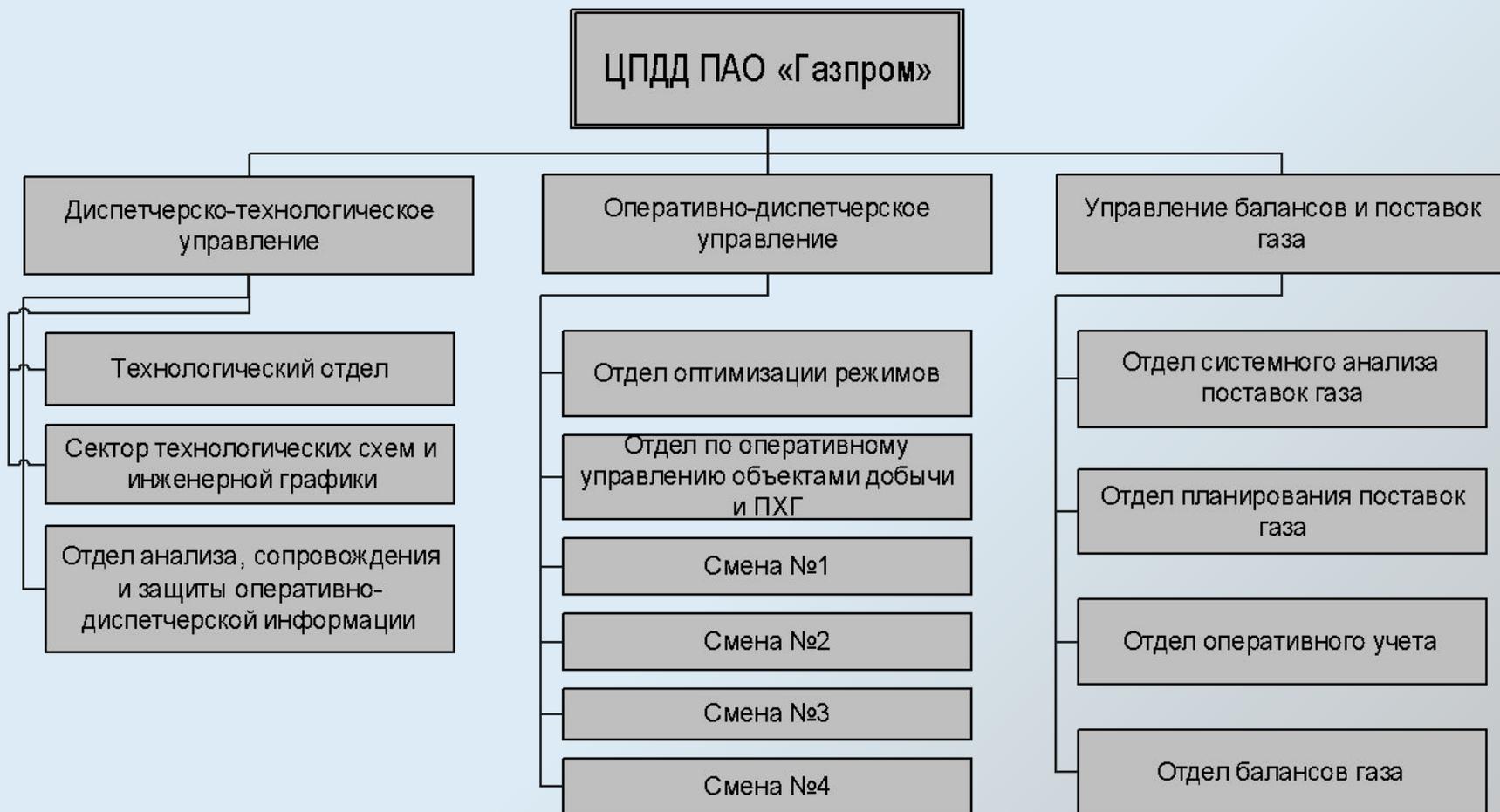
ПДС ГРО

- ✓ Контроль режимов,
- ✓ управление объектами

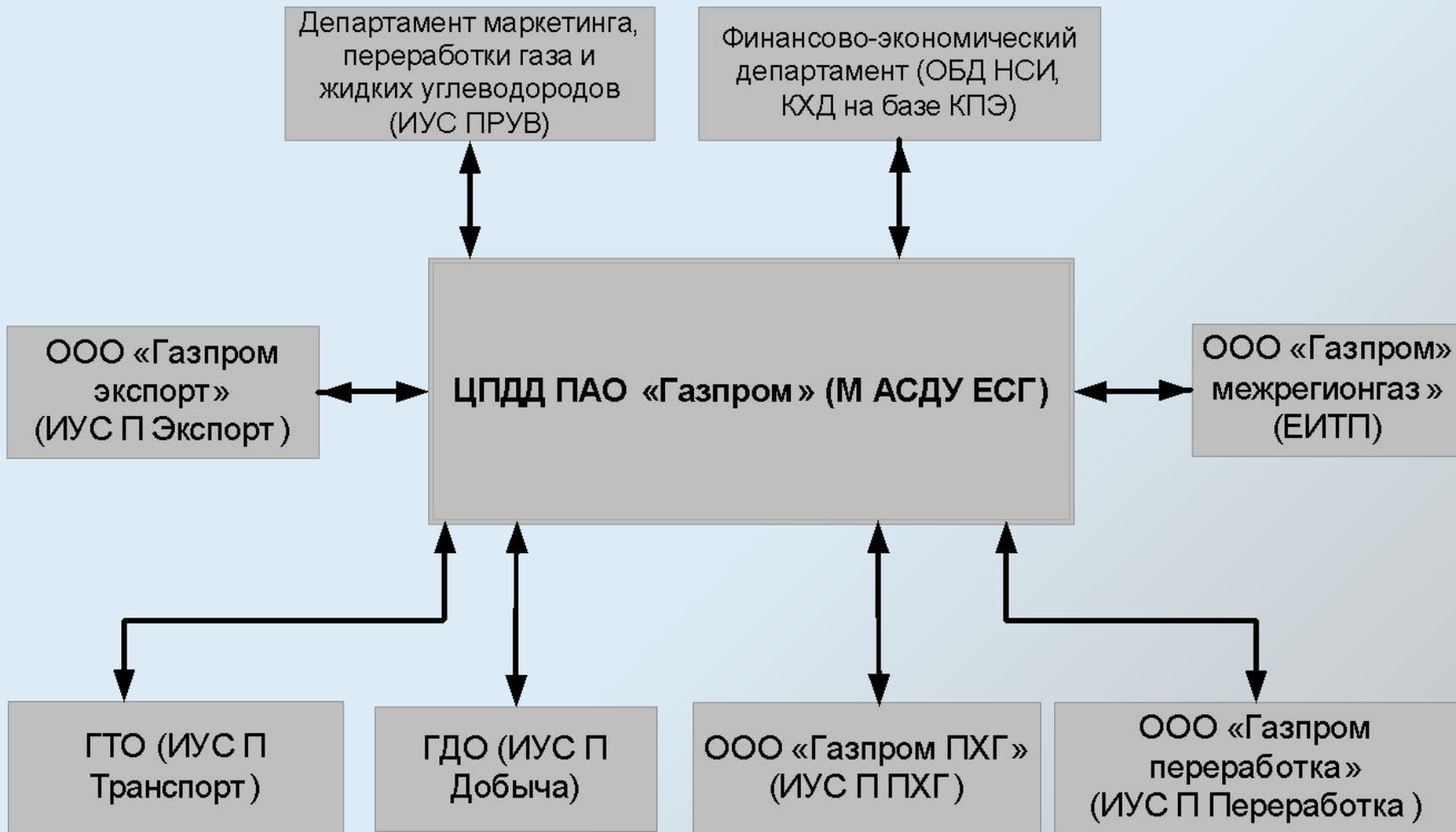
ГРП  
(ДП ГРП)

ЛПУ МГ  
(ДП УМГ)

# Структурные подразделения ЦПДД ПАО «Газпром»



# Информационное взаимодействие с ИУС



# Основные функции диспетчерского управления

## Планирование

- Среднесрочное (трехлетнее, годовое)
- Краткосрочное (квартал, месяц, сутки)
- Оценка технической возможности доступа независимых производителей и поставщиков газа

## Оперативное управление

- Оперативное управление штатными режимами работы ГТС
- Оперативное управление ГТС в аварийных и нештатных ситуациях

## Диспетчерский контроль

- Формирование фактических балансов газа
- Контроль сроков выполнения ремонтных работ
- Контроль и анализ поставок газа потребителям
- Контроль основных плановых показателей работы ЕСГ

## Вспомогательные бизнес-процессы

- Ведение НСИ
- Сопровождение карт и схем
- Организация диспетчерского взаимодействия и внедрение, эксплуатация и развитие АСДУ



# Основные задачи диспетчерского управления

- обеспечение наибольшего оптимального запаса газа в системе газоснабжения, соответствующего текущим задачам режима газоснабжения (газопотребления);
- обеспечение выполнения контрактных и договорных обязательств по поставкам газа потребителям;
- обеспечение баланса поступления и распределения газа;
- создание режимов, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объектов газоснабжения;
- обеспечение оптимальных режимов работы объектов добычи, транспорта и хранения газа;
- обеспечение условий для проведения ТОиР на объектах системы газоснабжения.

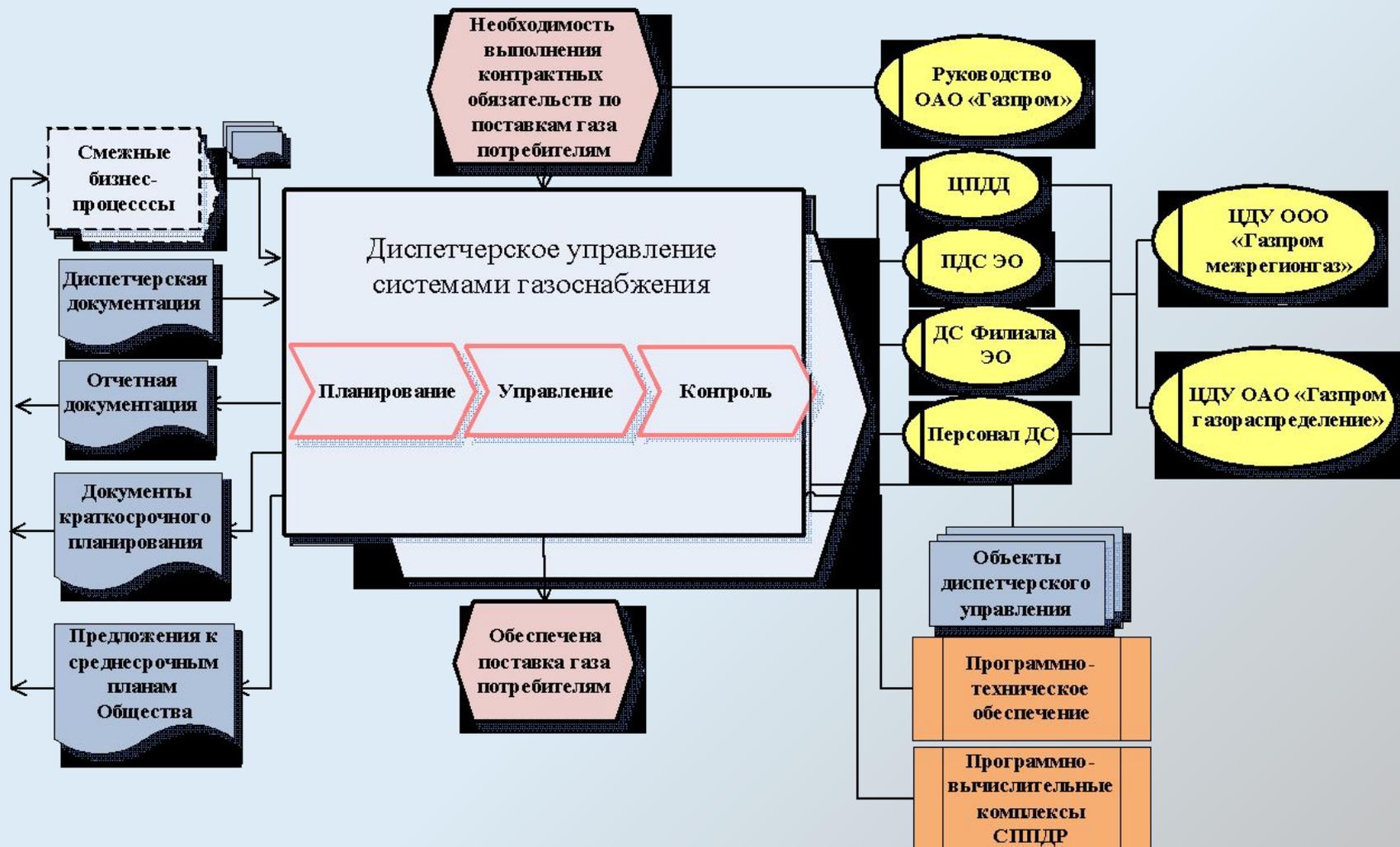


# Основные задачи диспетчерского управления

- обеспечение наибольшего оптимального запаса газа в системе газоснабжения, соответствующего текущим задачам режима газоснабжения (газопотребления);
- обеспечение выполнения контрактных и договорных обязательств по поставкам газа потребителям;
- обеспечение баланса поступления и распределения газа;
- создание режимов, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объектов газоснабжения;
- обеспечение оптимальных режимов работы объектов добычи, транспорта и хранения газа;
- обеспечение условий для проведения ТОиР на объектах системы газоснабжения.

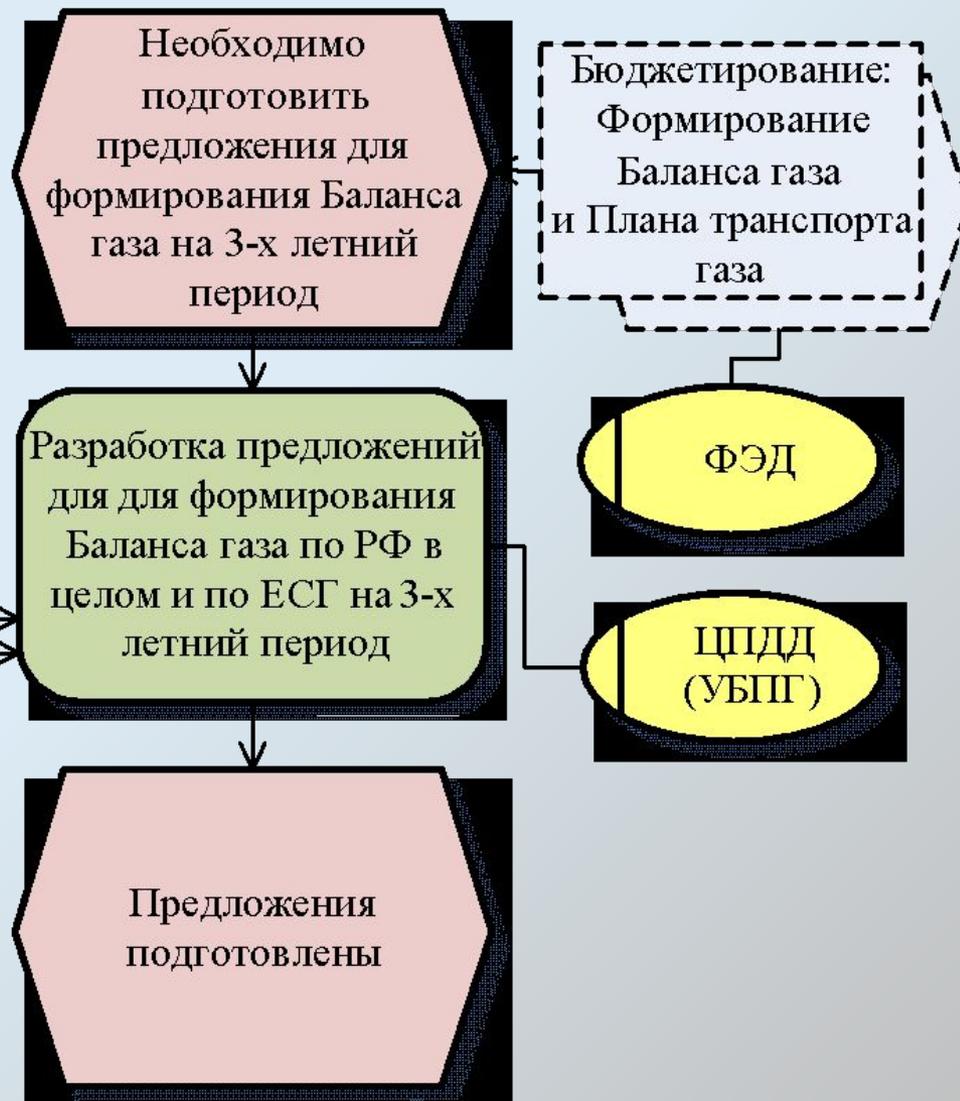


# Общая бизнес-модель диспетчерского управления

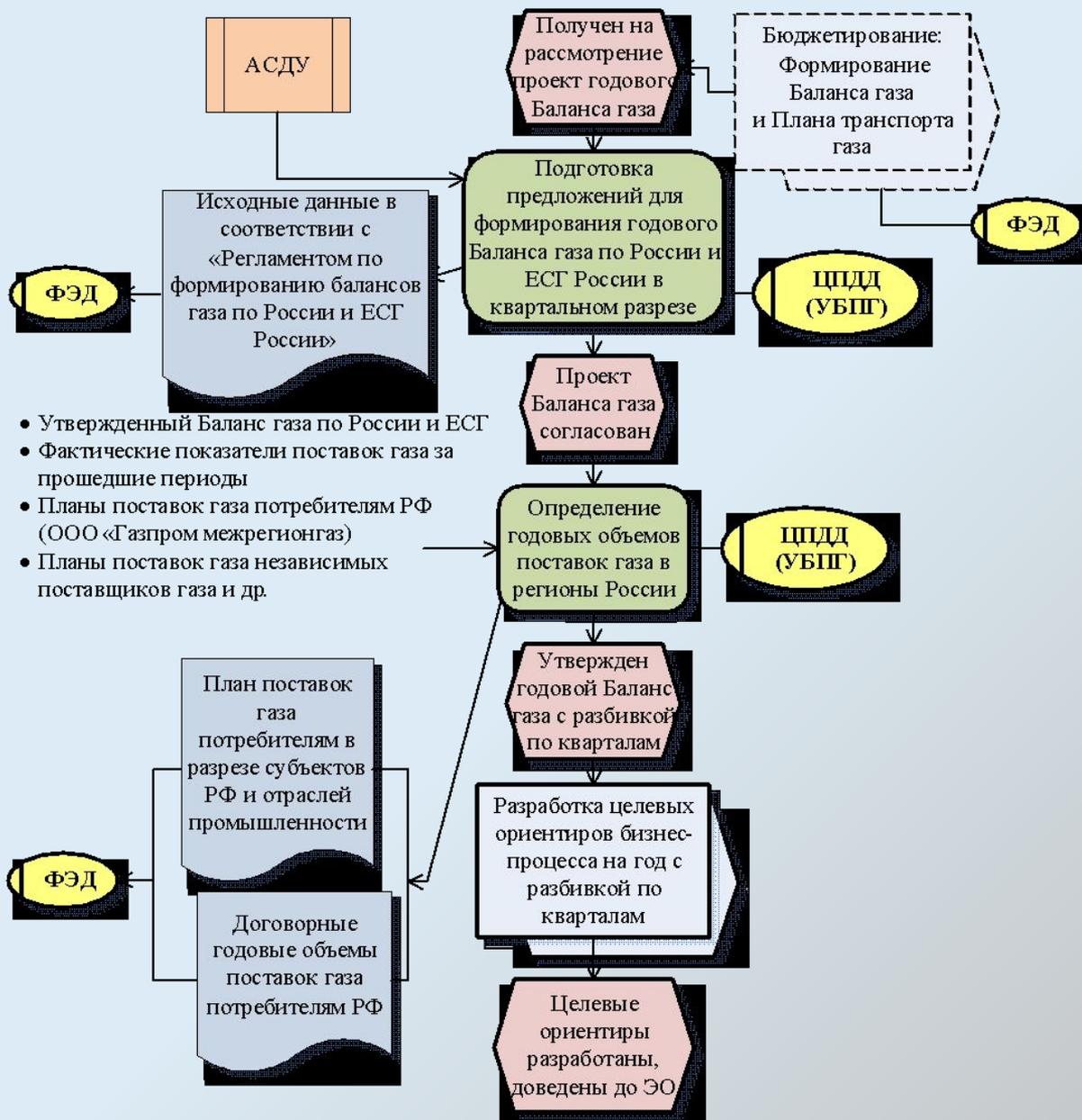


# Диаграмма подпроцесса среднесрочного (трехлетнего) планирования

- Товарный Баланс газа ОАО «Газпром»
- Годовые утвержденные Балансы газа по России и ЕСГ
- Основные показатели выполнения плана ОАО «Газпром»
- Договора на транспортировку газа с независимыми поставщиками
- Контракты на транзит
- Контракты ООО «Газпром экспорт» купли/продажи природного газа
- Предложения к Балансу газа на 3-х летний период
- Отчеты для Руководства

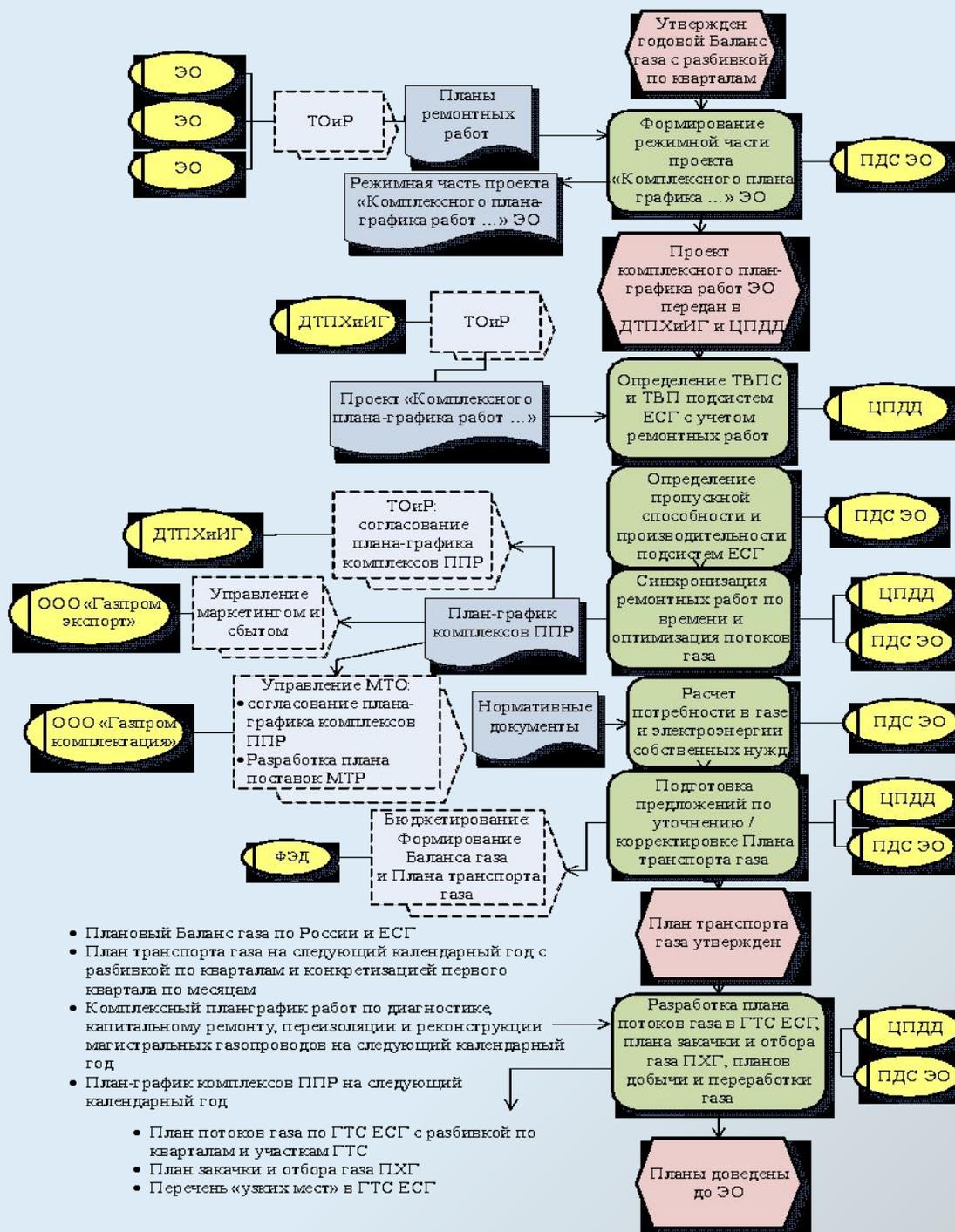


# Диаграмма подпроцесса среднесрочного (годового) планирования



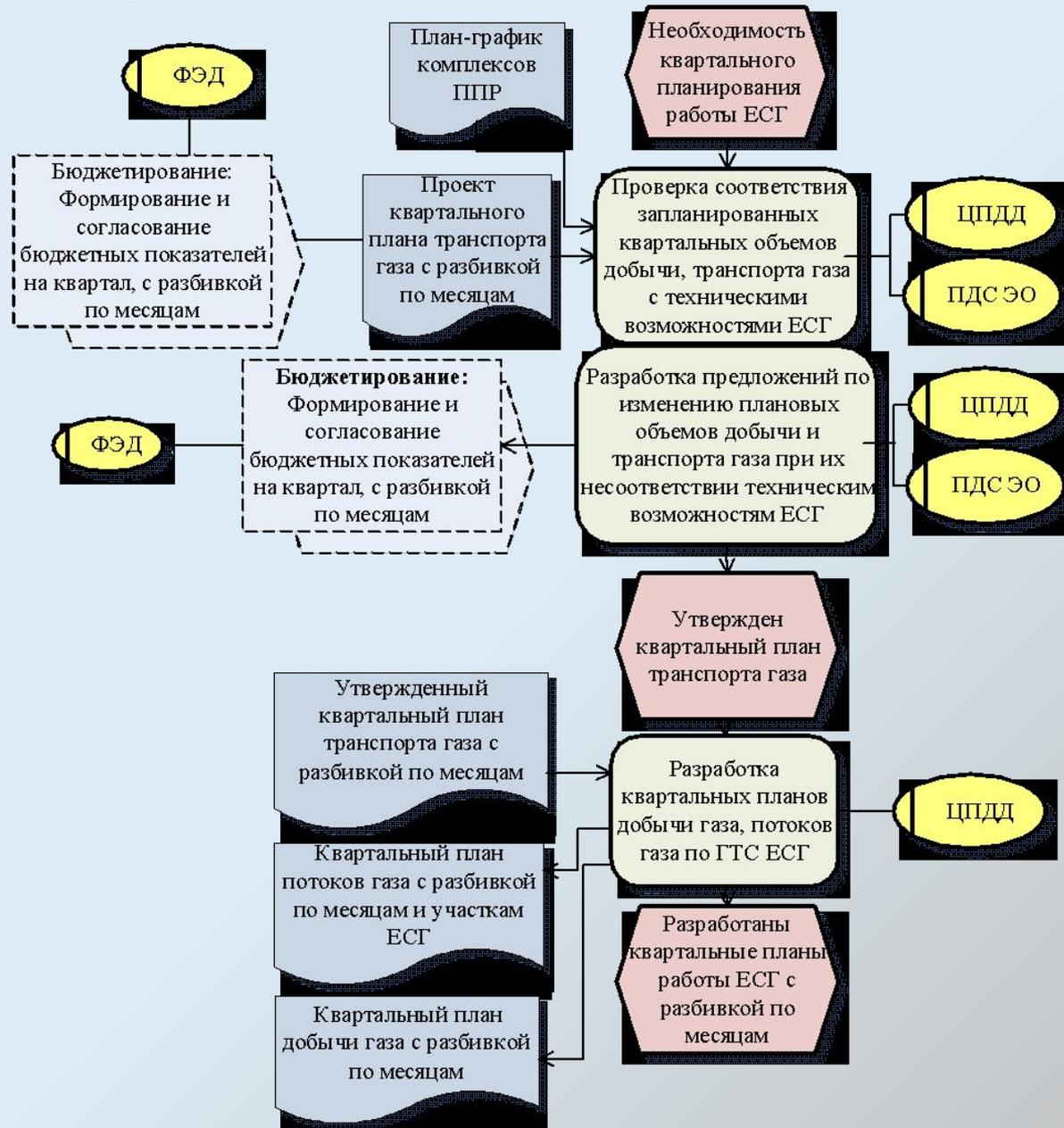


# Диаграмма подпроцесса разработки целевых ориентиров для эксплуатирующих обществ с разбивкой по кварталам

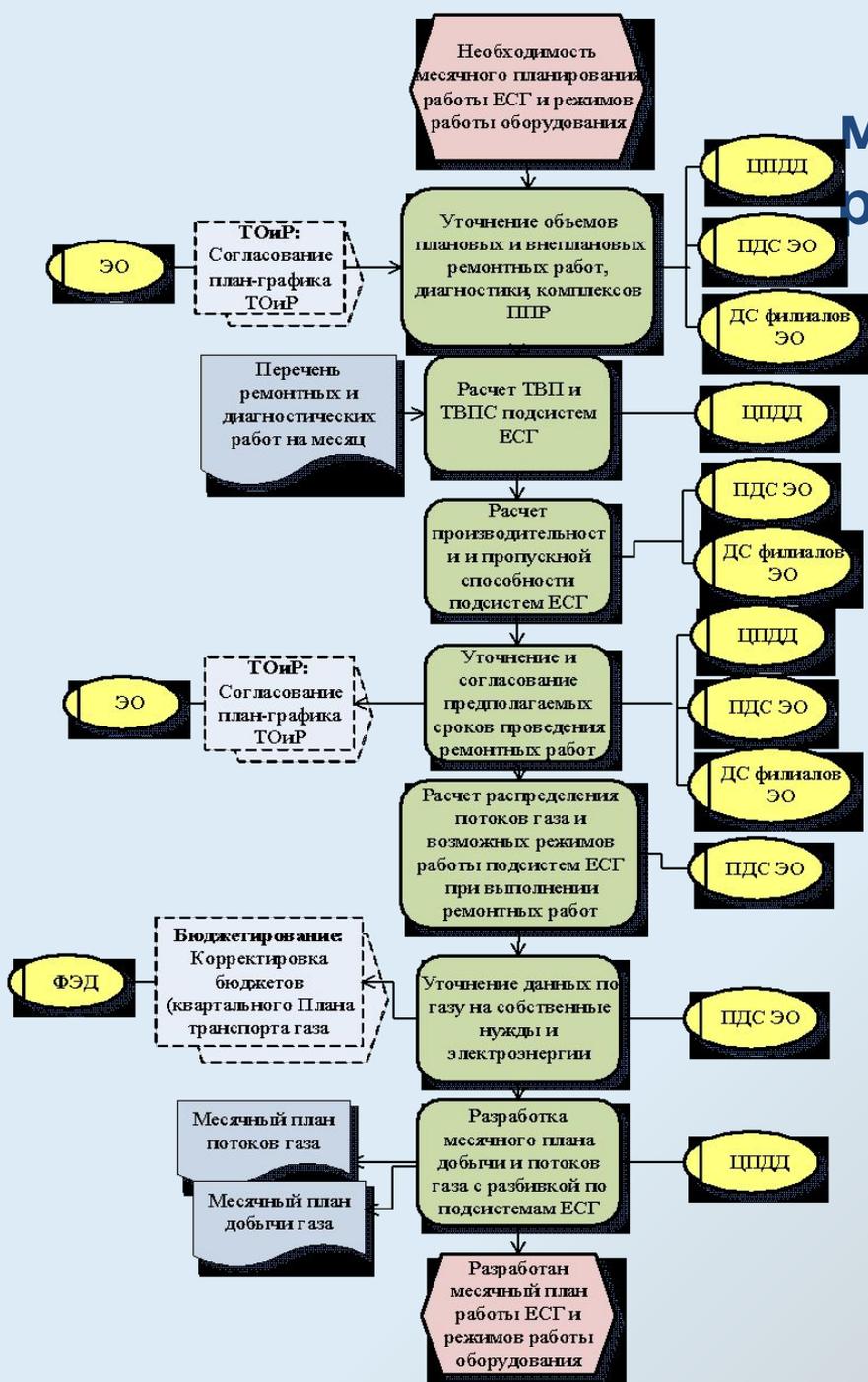


- Плановый Баланс газа по России и ЕСГ
- План транспорта газа на следующий календарный год с разбивкой по кварталам и конкретизацией первого квартала по месяцам
- Комплексный план-график работ по диагностике, капитальному ремонту, перезоляции и реконструкции магистральных газопроводов на следующий календарный год
- План-график комплексов ППР на следующий календарный год
  - План потоков газа по ГТС ЕСГ с разбивкой по кварталам и участкам ГТС
  - План закачки и отбора газа ПХГ
  - Перечень «узких мест» в ГТС ЕСГ

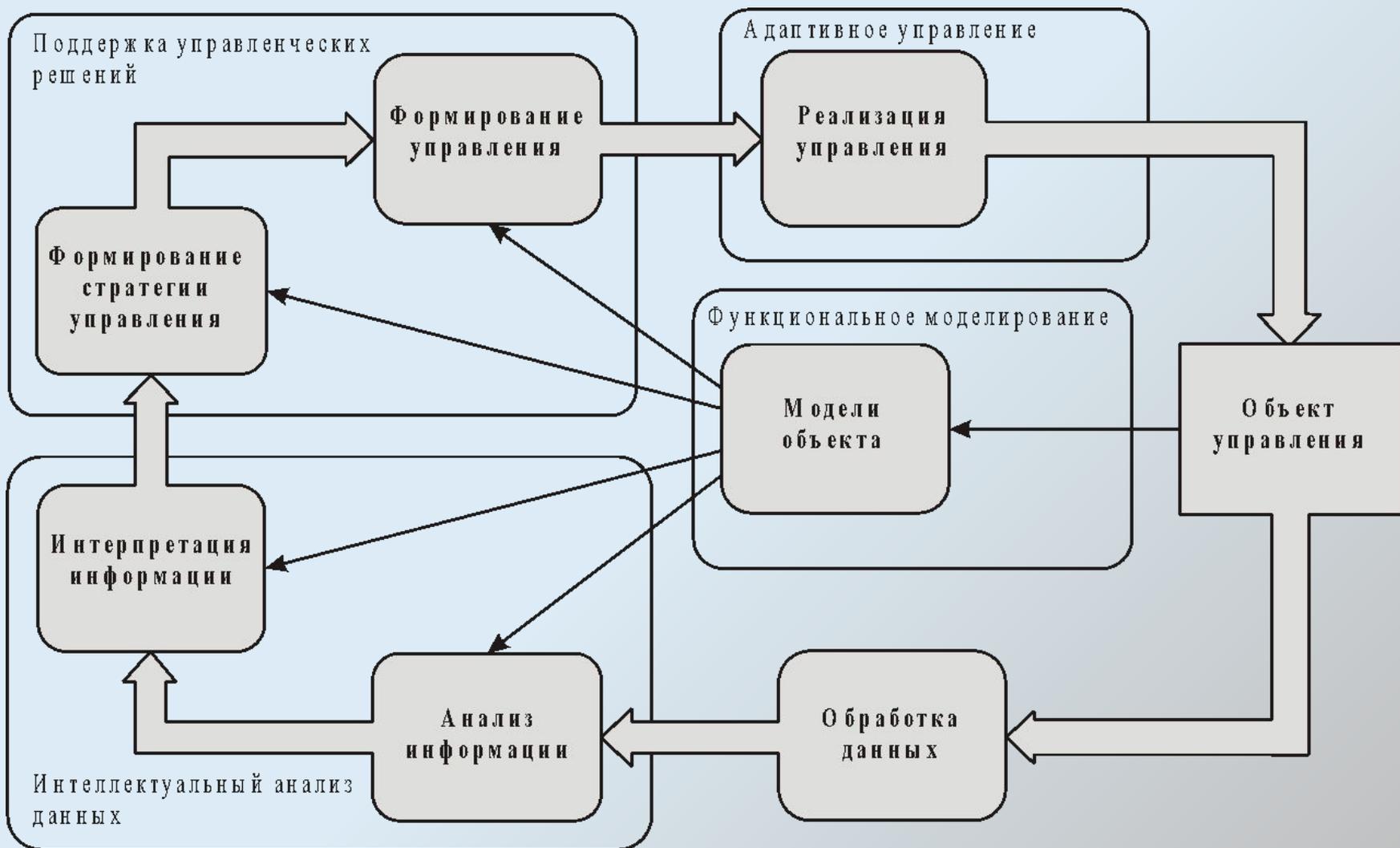
# Диаграмма подпроцесса квартального планирования с разбивкой по месяцам



# Диаграмма подпроцесса месячного планирования с разбивкой по подсистемам ЕСГ и режимов работы оборудования



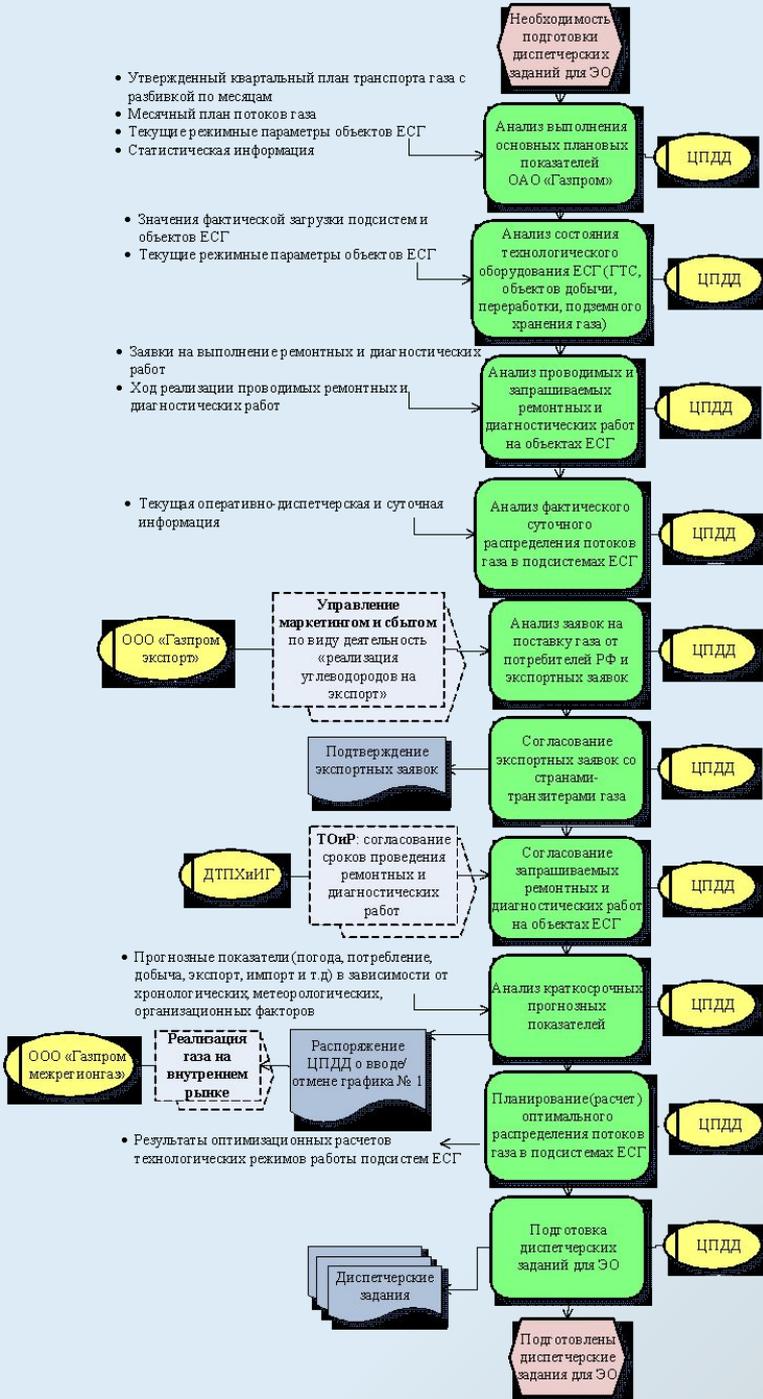
# Общая схема непрерывного оперативного диспетчерского управления



# Диаграмма подпроцесса анализа фактических режимов объектов и подсистем ЕСГ

Анализ фактических режимов работы объектов и подсистем ЕСГ

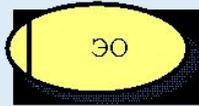
Подготовлены диспетчерские задания для ЭО





- Утвержденный квартальный план транспорта газа с разбивкой по месяцам для ЭО
- Месячный план потоков газа по подсистеме ЕСГ в зоне ответственности ЭО
- Текущие режимные параметры объектов ЕСГ
- Статистическая информация

- Значения фактической загрузки подсистем и объектов ЕСГ в зоне ответственности ЭО
- Текущие режимные параметры объектов ЕСГ в зоне ответственности ЭО



ТОиР: сбор и анализ данных об ожидаемом выполнении ремонтных работ

- Прогнозы погоды, объемов потребления, добычи, транзита, отбора/закачки газа ПХГ, приема газа от смежных подсистем ЕСГ и т.д.



Подготовлены диспетчерские задания для ЭО

Анализ выполнения основных плановых показателей и суточного баланса газа в подсистеме ЕСГ ЭО

ПДС ЭО

Анализ состояния технологического оборудования

ПДС ЭО

Анализ разрешенных и проводимых ремонтных и диагностических работ на объектах ЕСГ

ПДС ЭО

Анализ краткосрочных прогнозных показателей

ПДС ЭО

Анализ диспетчерского задания ЦПДД

ПДС ЭО

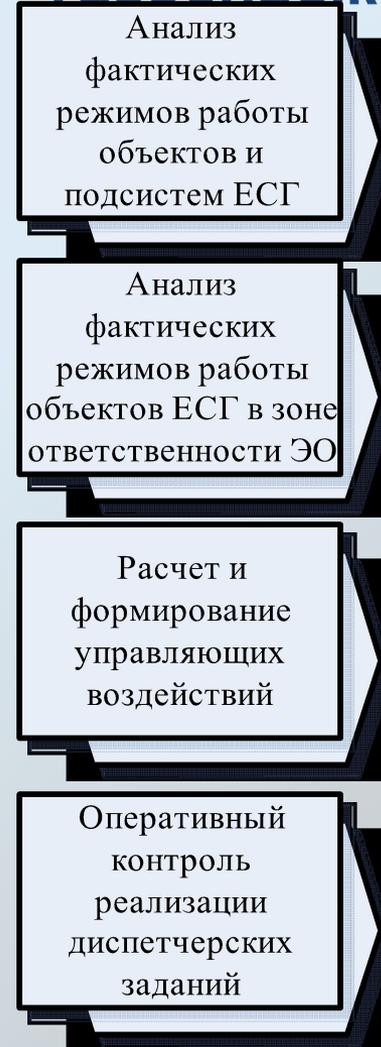
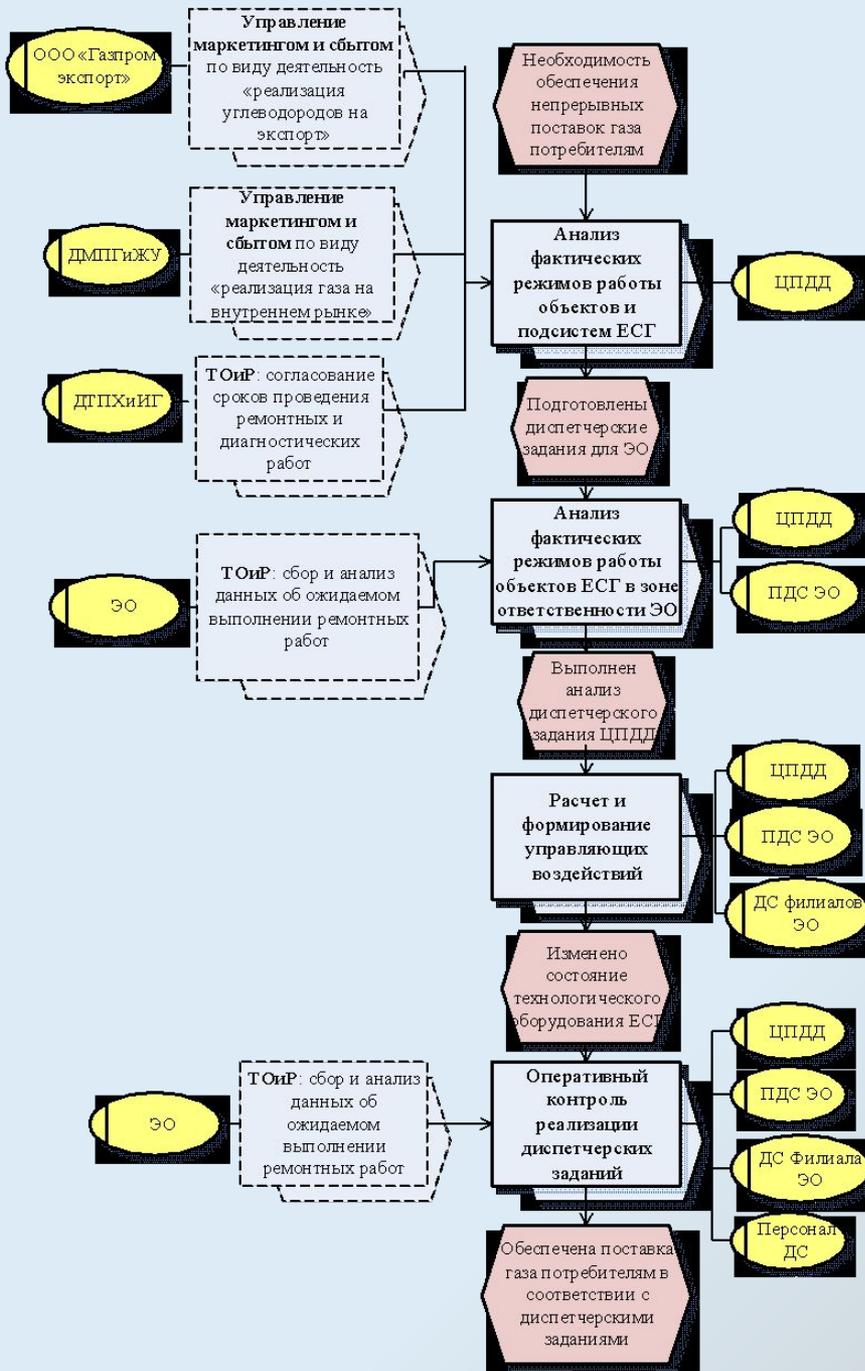
Выполнен анализ диспетчерского задания ЦПДД

# Диаграмма подпроцесса анализа фактических режимов объектов и подсистем в зоне ответственности ЭО

Анализ фактических режимов работы объектов ЕСГ в зоне ответственности ЭО

Выполнен анализ диспетчерского задания ЦПДД

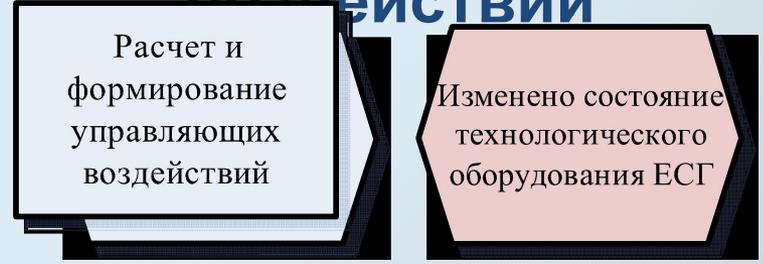
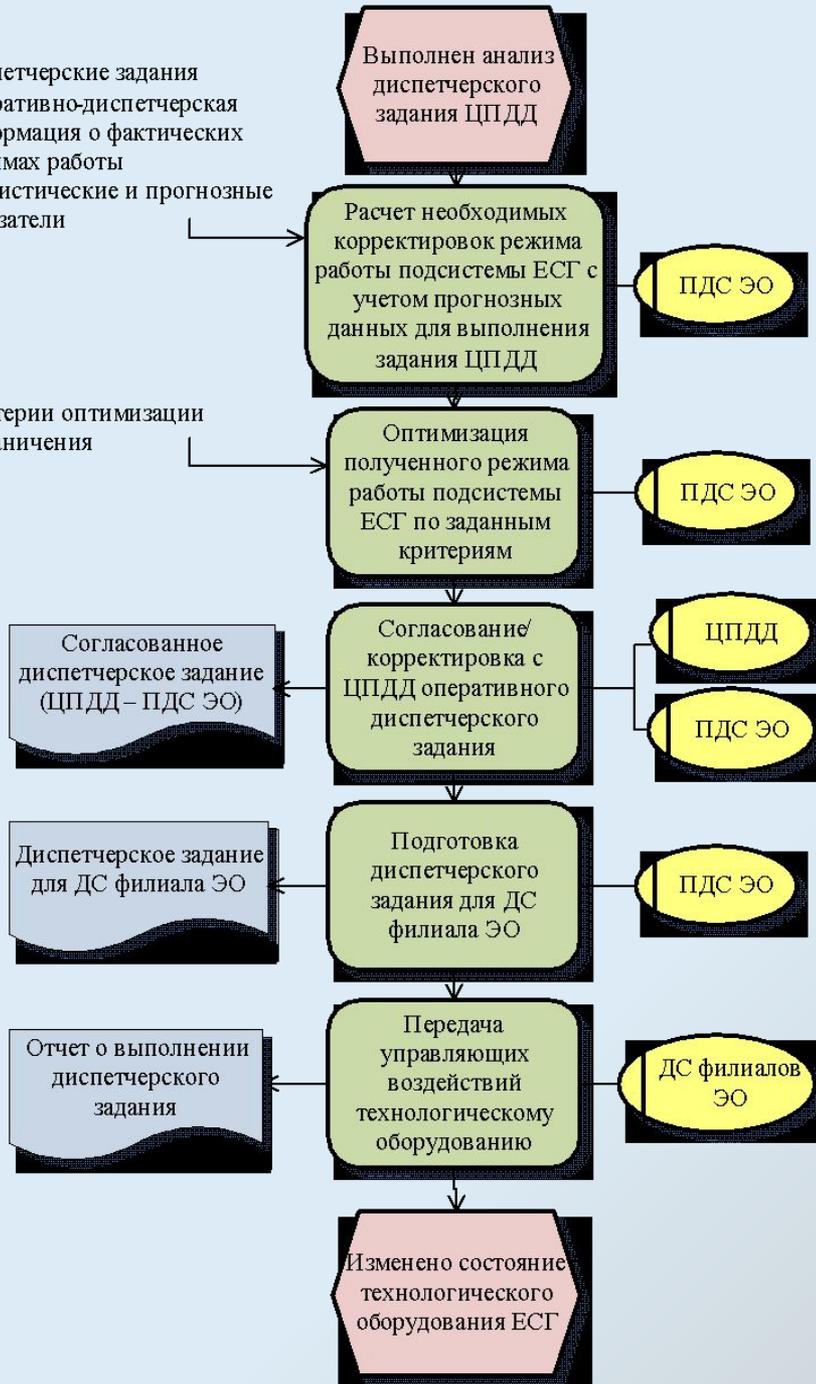
# Диаграмма подпроцесса оперативного управления штатными режимами работы систем газоснабжения



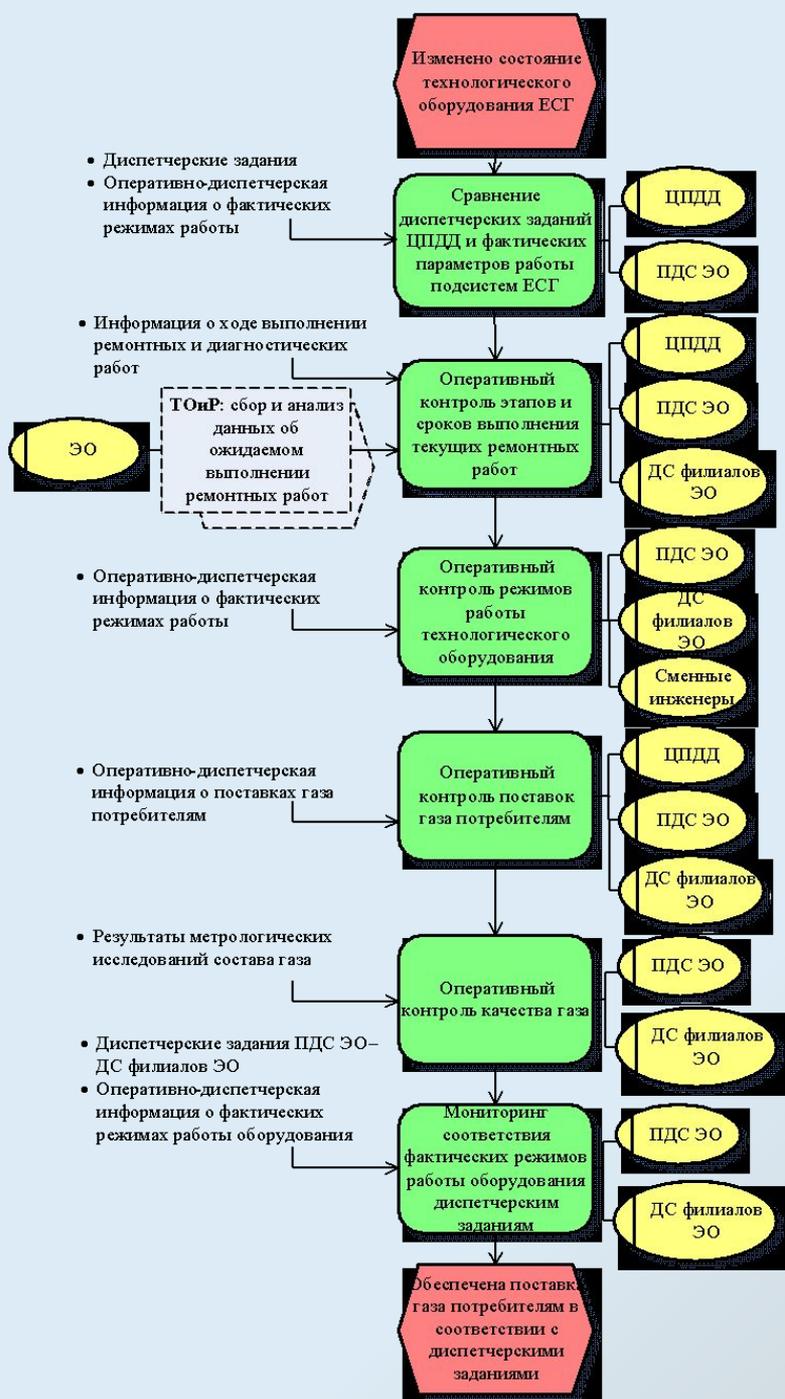
# Диаграмма подпроцесса расчета и формирования управляющих воздействий

- Диспетчерские задания
- Оперативно-диспетчерская информация о фактических режимах работы
- Статистические и прогнозные показатели

- Критерии оптимизации
- Ограничения



# Диаграмма подпроцесса оперативного контроля режимов работы объектов и подсистем ЕСТ

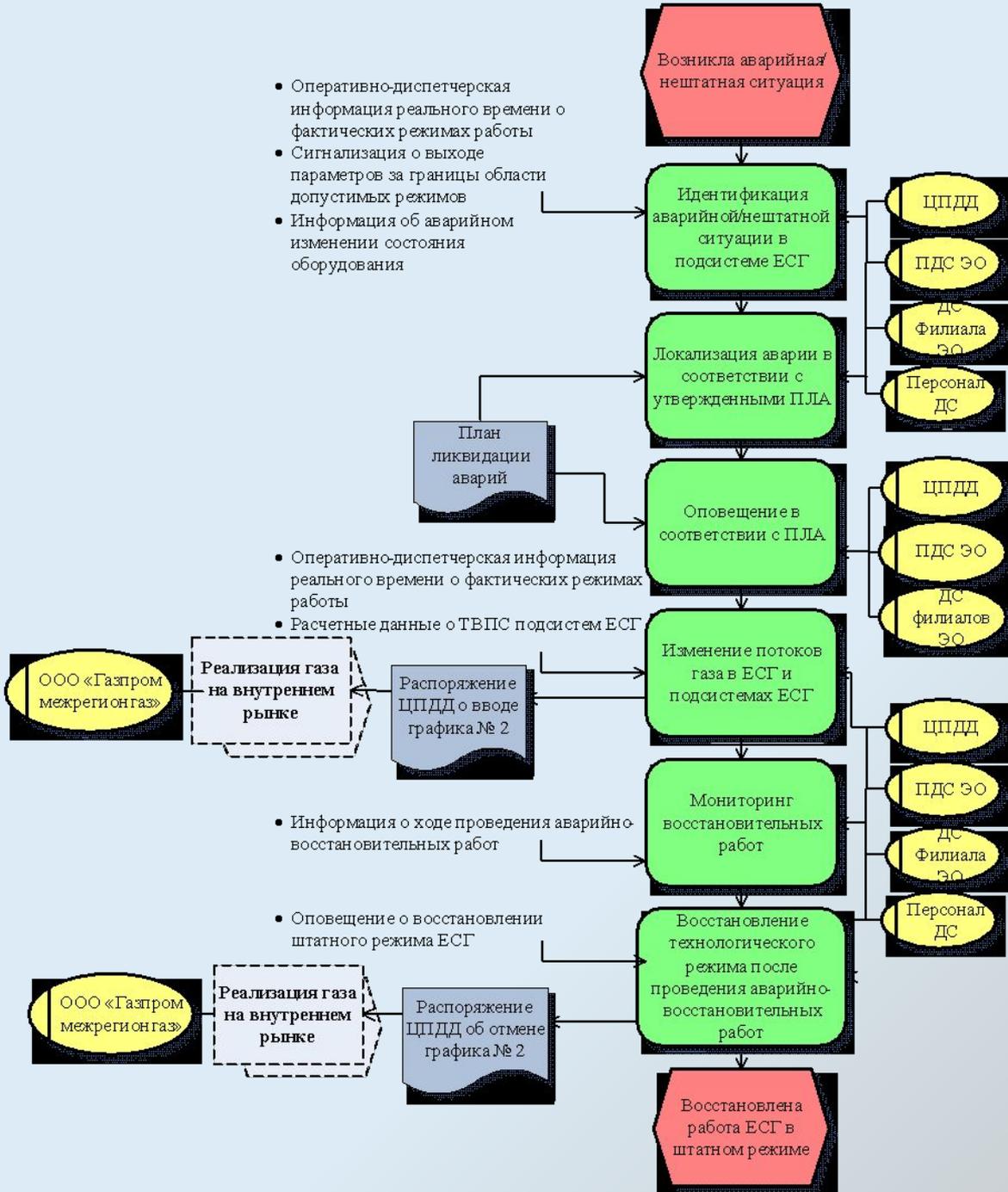


Оперативный контроль реализации диспетчерских заданий

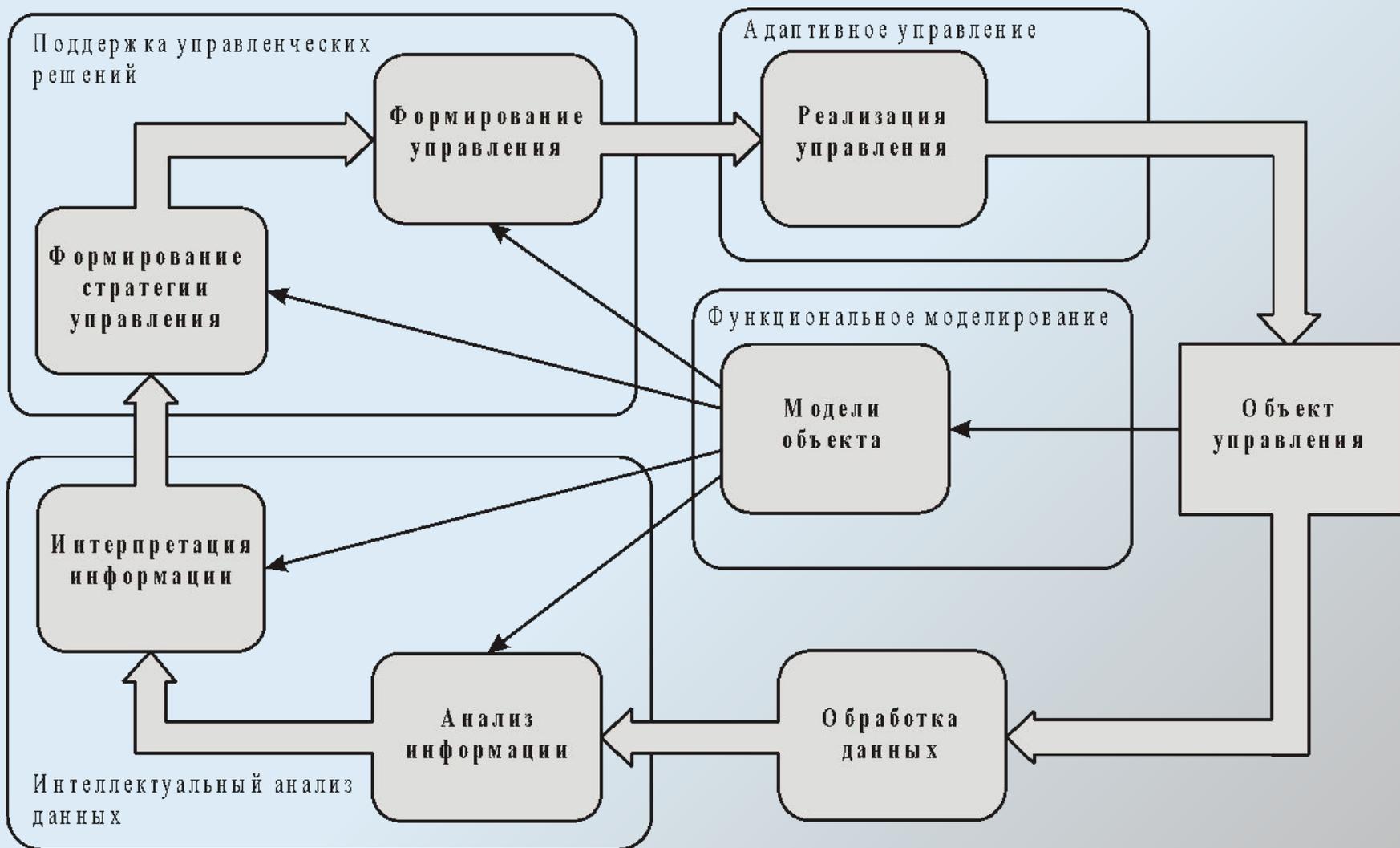
Обеспечена поставка газа потребителям в соответствии с диспетчерскими заданиями



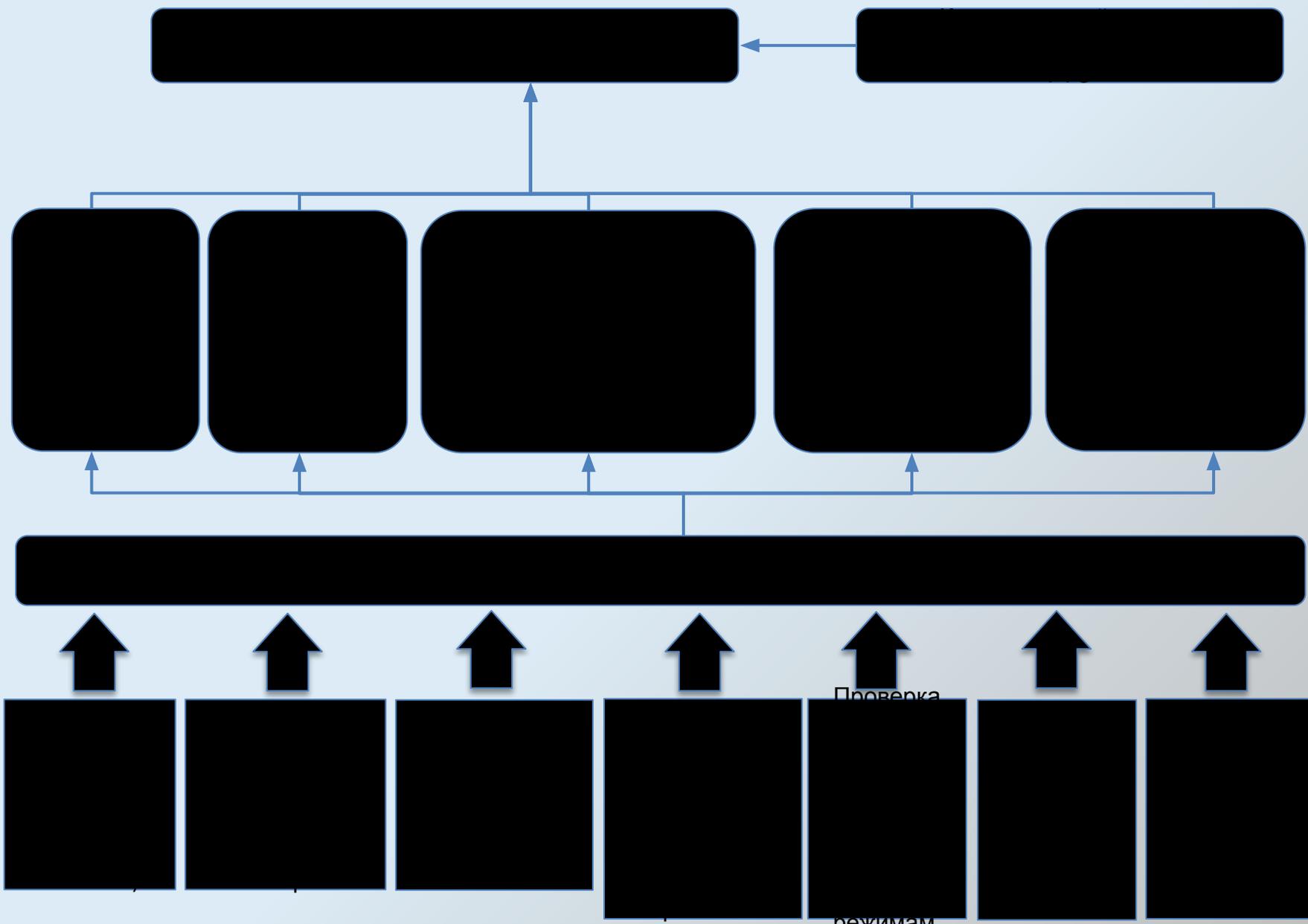
# Диаграмма подпроцесса оперативного управления системами газоснабжения при аварийных и нестандартных ситуациях



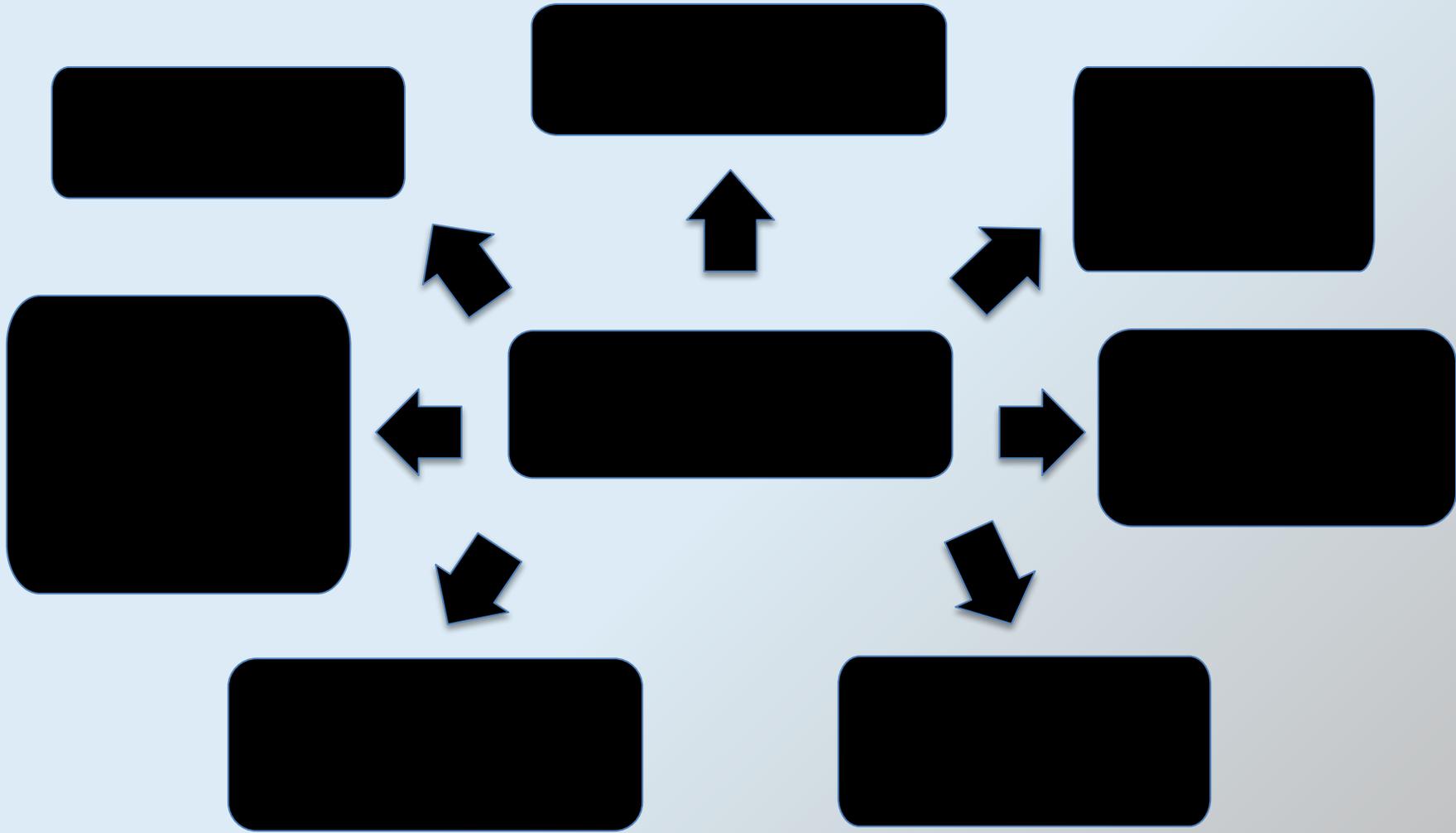
# Общая схема непрерывного оперативного диспетчерского управления



# Реализация прикладных режимно-технологических задач СППДР, которые решаются на основе on-line данных



# Категории неопределенности данных



# Стохастическая природа замеров on-line данных

1. Замеряемые параметры режима, получаемые СДКУ, представляют собой стохастические временные ряды  $p_j^*$ , каждый из которых можно представить как сумму детерминированной  $\hat{p}_j$  и хаотической  $\xi_j$  составляющей (невязкой). При этом обычно хаотическую компоненту трактуют как случайный шум

$$\xi_j = (p^*(t_j) - \hat{p}(t_j))$$

где  $t_j$  – момент времени  $j$ -го замера ( $j=1, \dots, n$ ).

Однако существует и иной подход, в рамках которого компонента  $\xi_j$  трактуется как детерминированный динамический хаос.

Оценка детерминированной компоненты  $\hat{p}_j$  может быть получена различными методами, в частности в результате регрессионного сглаживания временного ряда  $p_j^*$ ; а также в результате численного моделирования процесса.

Невязка  $\xi_j$  может иметь следующие компоненты:

$$\xi_j = \xi_{с.с} + \xi_{с.л} + \xi_{к.з} + \xi_{в.ф}$$

# Основные компоненты измеряемых данных

$$\xi_j = \xi_{c.c.} + \xi_{c.n.} + \xi_{k.z.} + \xi_{в.ф.}$$

где  $\xi_{c.c.}$  – случайный шум;

$\xi_{c.n.}$  - систематическая погрешность, обусловленная многими факторами, в частности систематической погрешностью измерных датчиков, погрешностью самой математической модели режима, применяемыми численными методами;

$\xi_{k.z.}$  - составляющая, обусловленная взаимной корреляцией измеряемых параметров, снятых в разных узлах технологической системы. Например, корреляция измеров давления в начале и в конце трубопровода, на входе и выходе НПС и так далее. В общем случае все измеряемые технологические параметры системы коррелированы между собой технологическим процессом;

$\xi_{в.ф.}$  – погрешность, зависящая от выбора сглаживающей функции или расчетной модели.

Предметом классического статистического анализа является случайная компонента  $\xi_{c.c.}$ .

Оценка и анализ остальных компонент невязок  $\xi_j$  (рассогласований) измеров  $p_j^*$  и расчетных параметров моделируемого режима требует применения иных методов факторного (ситуационного) анализа.



# Состав задач, направленных на повышение достоверности on-line данных и адекватности результатов моделирования режимов ГТС

1. Фильтрация случайных и систематических погрешностей замеров параметров газового потока, полученных системами телеизмерений посредством регрессионного сглаживания временных рядов замеров.
2. Фильтрация аномальных значений замеренных данных.
3. Адаптация моделей к фактическим режимам, посредством идентификации корректирующих параметров.
4. Контроль адекватности моделей стационарным и нестационарным фактическим режимам.
5. Ситуационный анализ возможных факторов неадекватности модели.
6. Автоматический выбор расчетной модели.
7. Контроль фактических показателей режима, оценка состояния ГТС, агрегированных показателей ее эффективности и необходимости проведения профилактических работ.
8. Оперативное прогнозирование поведения системы в штатных и нештатных режимах.
9. Планирование режимов (в том числе переходных), обеспечивающих выполнение диспетчерских заданий ЦПДД.



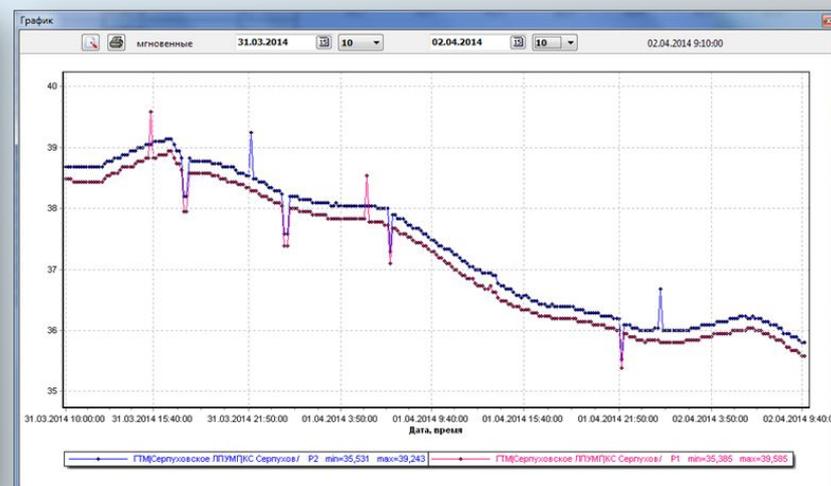
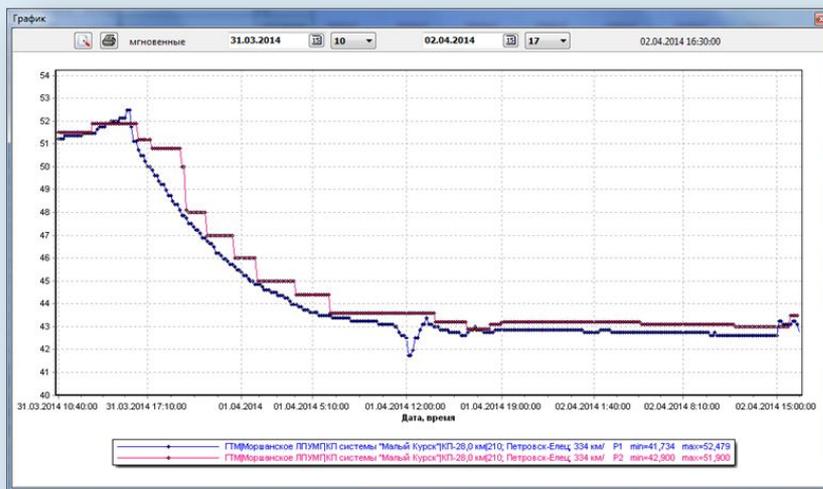
# Процедура статистической обработки on-line данных

В соответствии с одним из требований СТО Газпром 8-005-2013

***СППДР должны базироваться на автоматизированных процессах первичной обработки диспетчерской информации.***

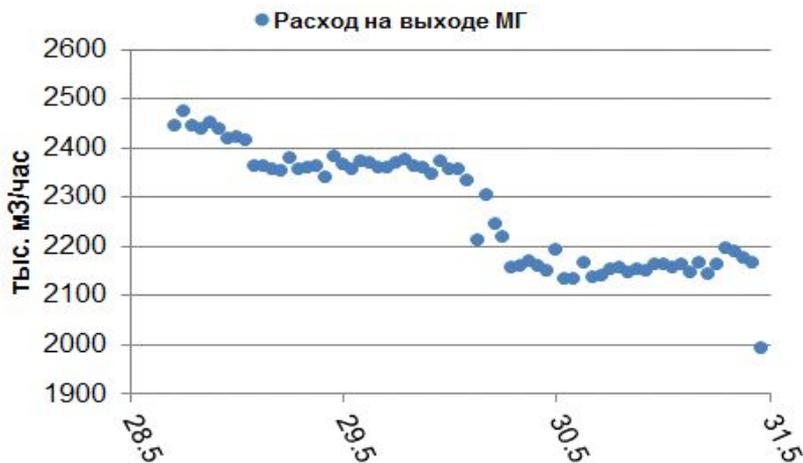
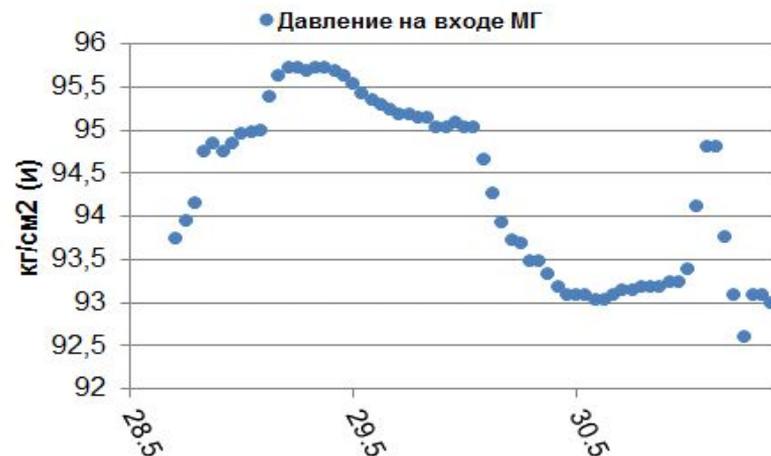
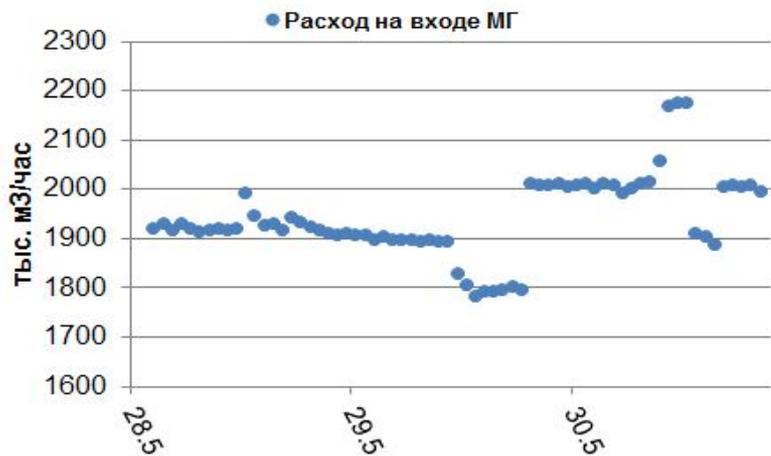
Требование вызвано тем, что временные ряды измеряемых параметров, поступающих из АСУ ТП в АСДУ, характеризуются следующими особенностями:

- дискретность и фрагментарность on-line данных, получаемых в отдельные моменты времени со значительными временными интервалами;
- наличие случайных и систематических погрешностей;
- наличие аномальных замеров, вызванных различными факторами, в том числе сбоями в каналах передачи, человеческим фактором и др.;
- возможное отсутствие замеров параметров на определённых временных промежутках и так далее.



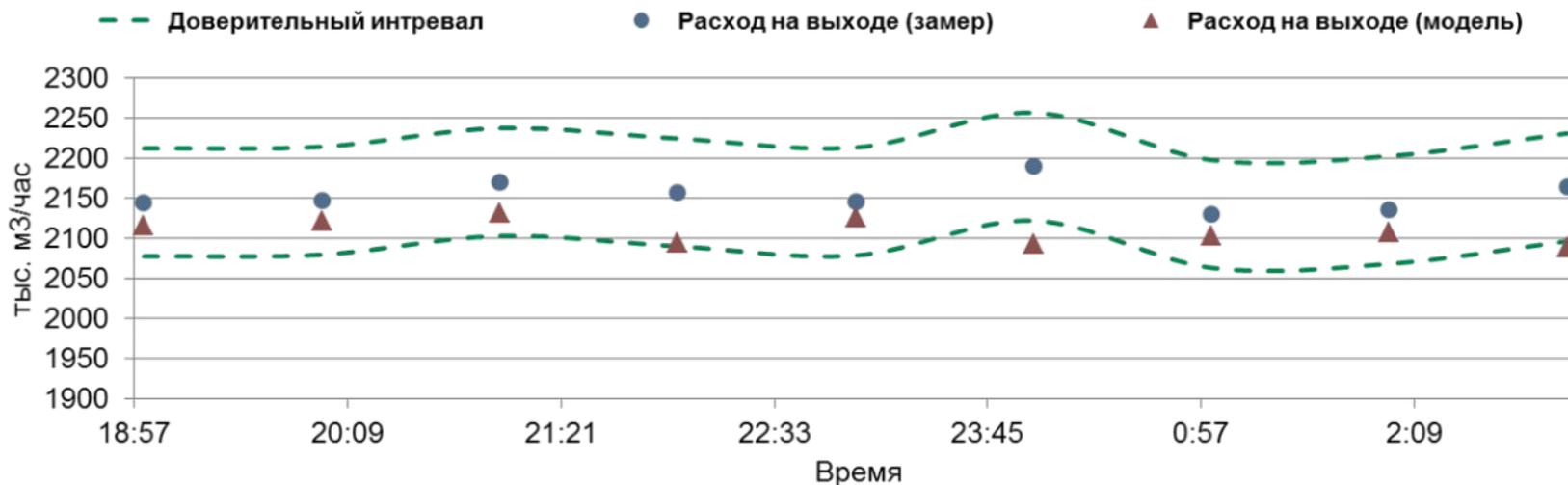
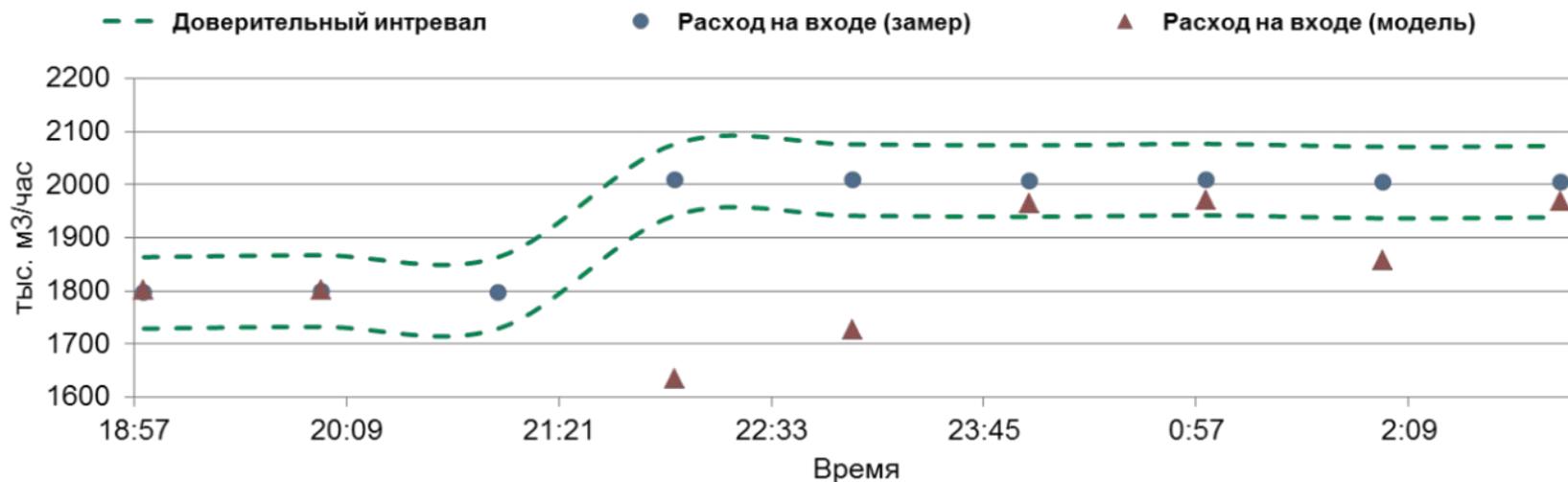
# Основные этапы фильтрации on-line данных на примере МГ СЕГ

Формирование временных рядов замеряемых параметров давления и расхода на входе и выходе МГ СЕГ



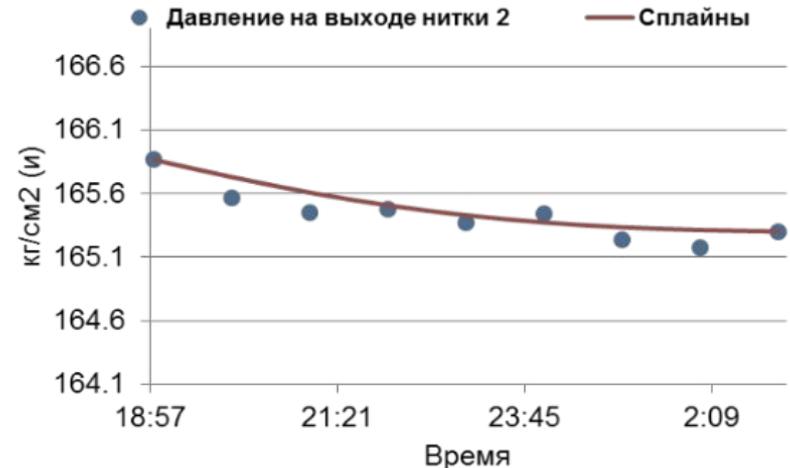
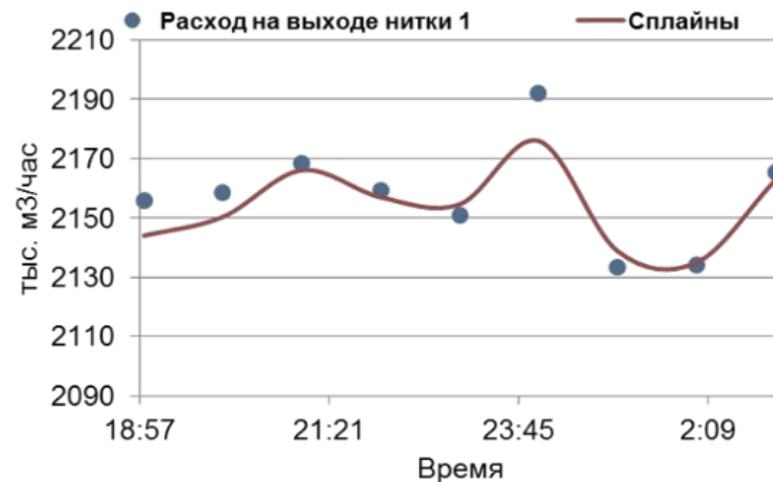
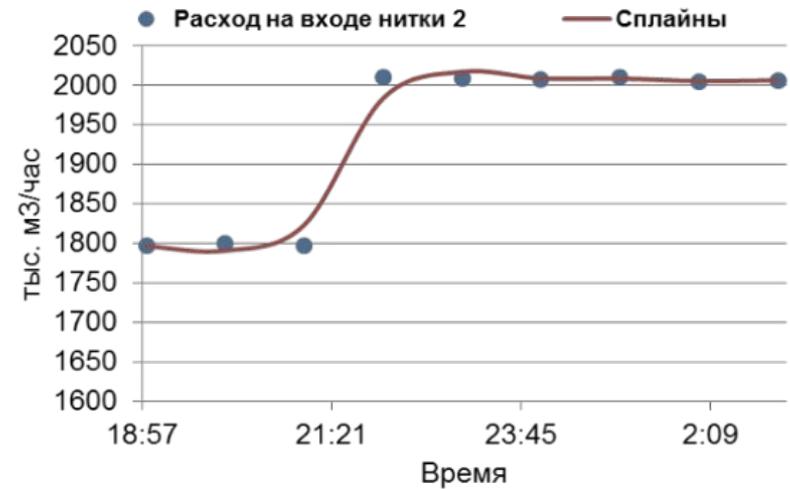
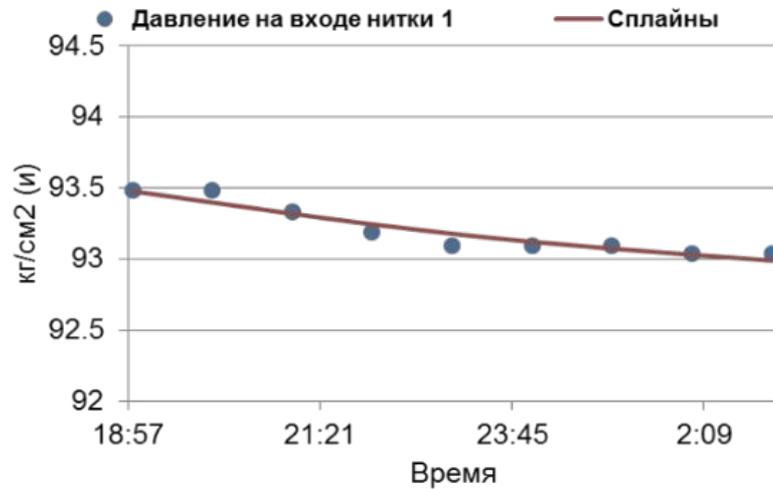
# Основные этапы фильтрации on-line данных на примере МГ СЕГ

Построение доверительных интервалов замеров и результаты моделирования с использованием адаптированной стационарной модели МГ



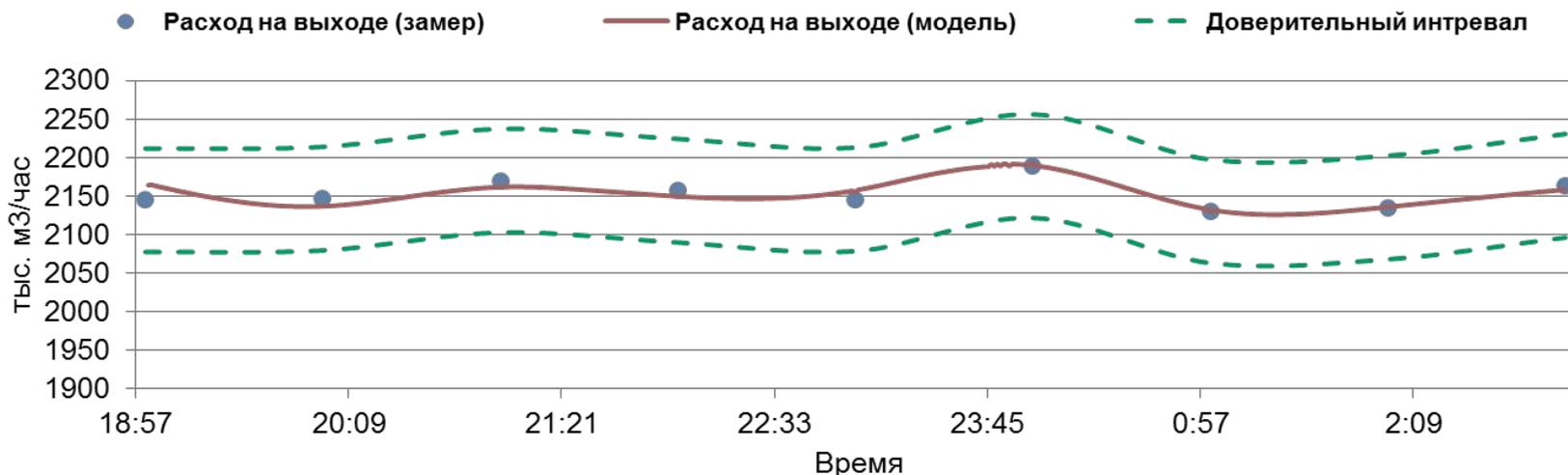
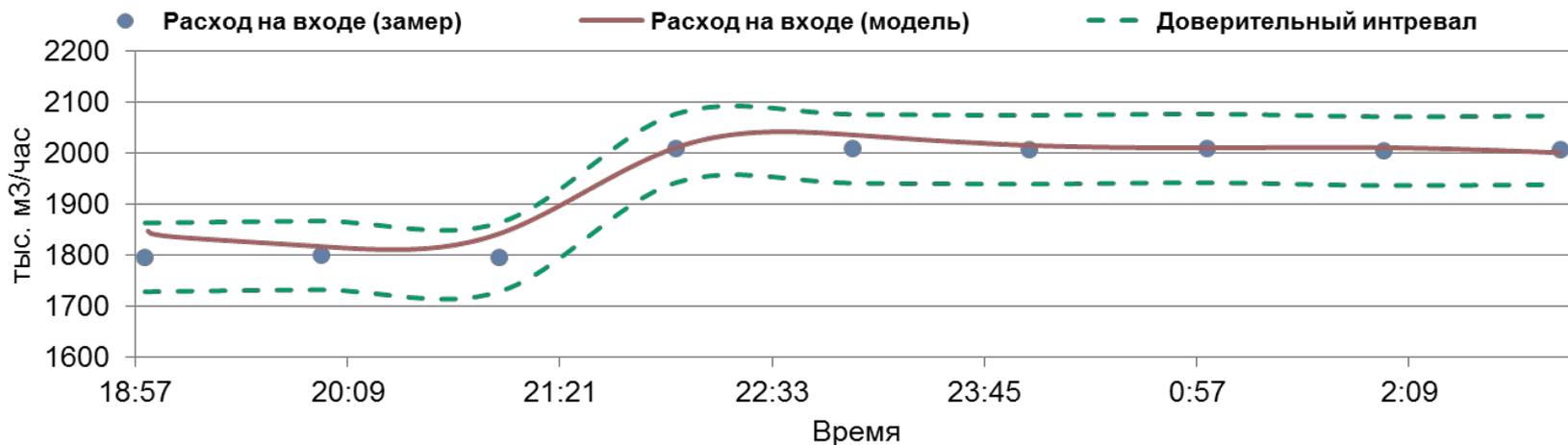
# Основные этапы фильтрации on-line данных на примере МГ СЕГ

## Фильтрация случайных и систематических погрешностей замеров регрессионным сглаживанием



# Основные этапы фильтрации on-line данных на примере МГ СЕГ

## Результаты моделирования с применением нестационарной модели





РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
**НЕФТИ И ГАЗА** имени И.М. ГУБКИНА  
Базовый ВУЗ нефтегазового комплекса России



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**