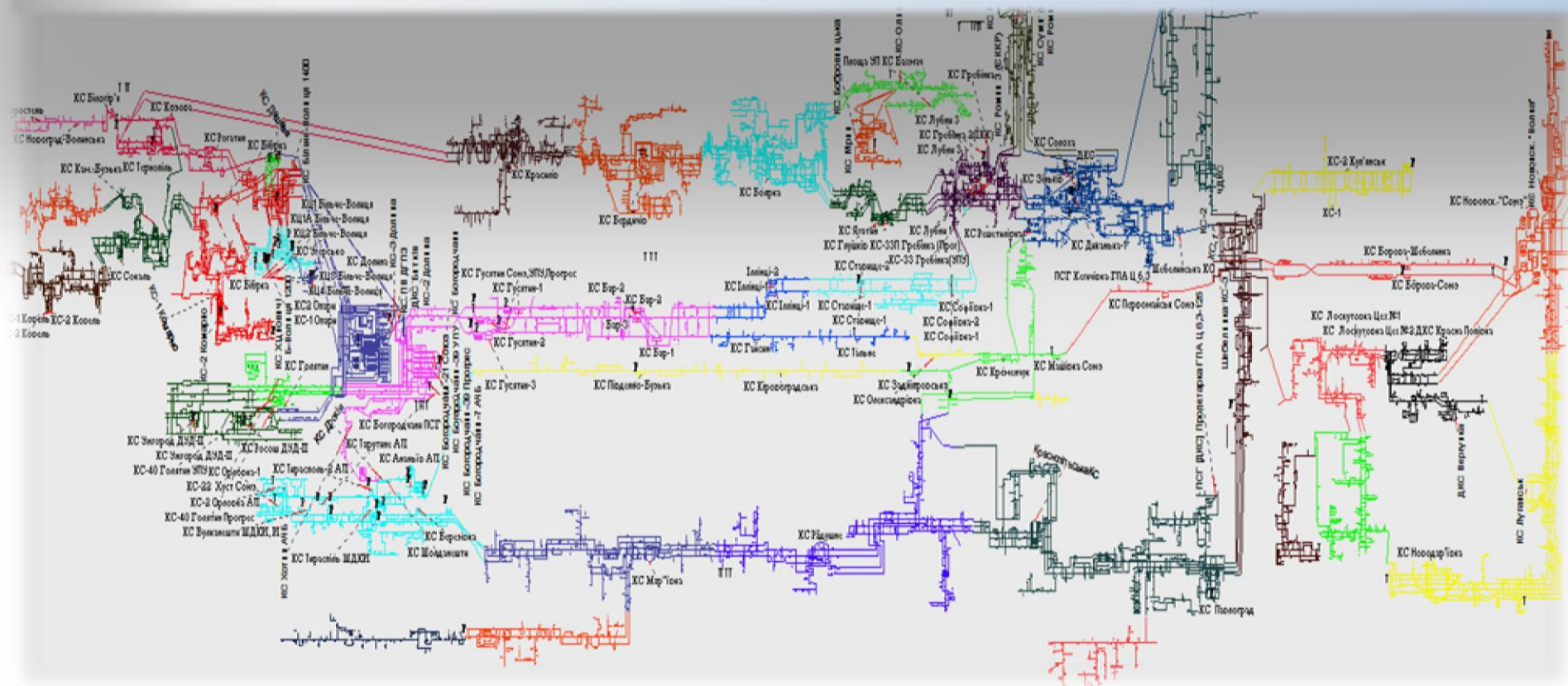


ТОВ «Математичний центр»

mathcenter.com.ua

company@mathcenter.com.ua

СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ, ПЛАНУВАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ФОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КЕРУВАННЯ ГАЗОПОТОКАМИ



Ціль роботи

забезпечення транспортування (експорту та імпорту), зберігання та подачі газу споживачам із заданою якістю, надійністю та при мінімальних паливно - енергетичних затратах.

Призначення програмних комплексів

моделювання газодинамічних та фільтраційних процесів в технологічних об'єктах транспортування та зберігання газу;

планування режимів за заданими критеріями оптимальності;

розрахунок нестационарних режимів транспортування та зберігання газу на заданий прогностичний період та заданий регламент роботи технологічних об'єктів;

розрахунок параметрів оперативного оптимального керування технологічними процесами транспортування та зберігання газу;

оперативний контроль за роботою газотранспортної системи (ГТС) і її технологічними об'єктами.

Основа програмних комплексів – розв’язані фундаментальні математичні проблеми:

розрахунок параметрів газу на ділянках газопроводів, прокладених по пересіченій місцевості;

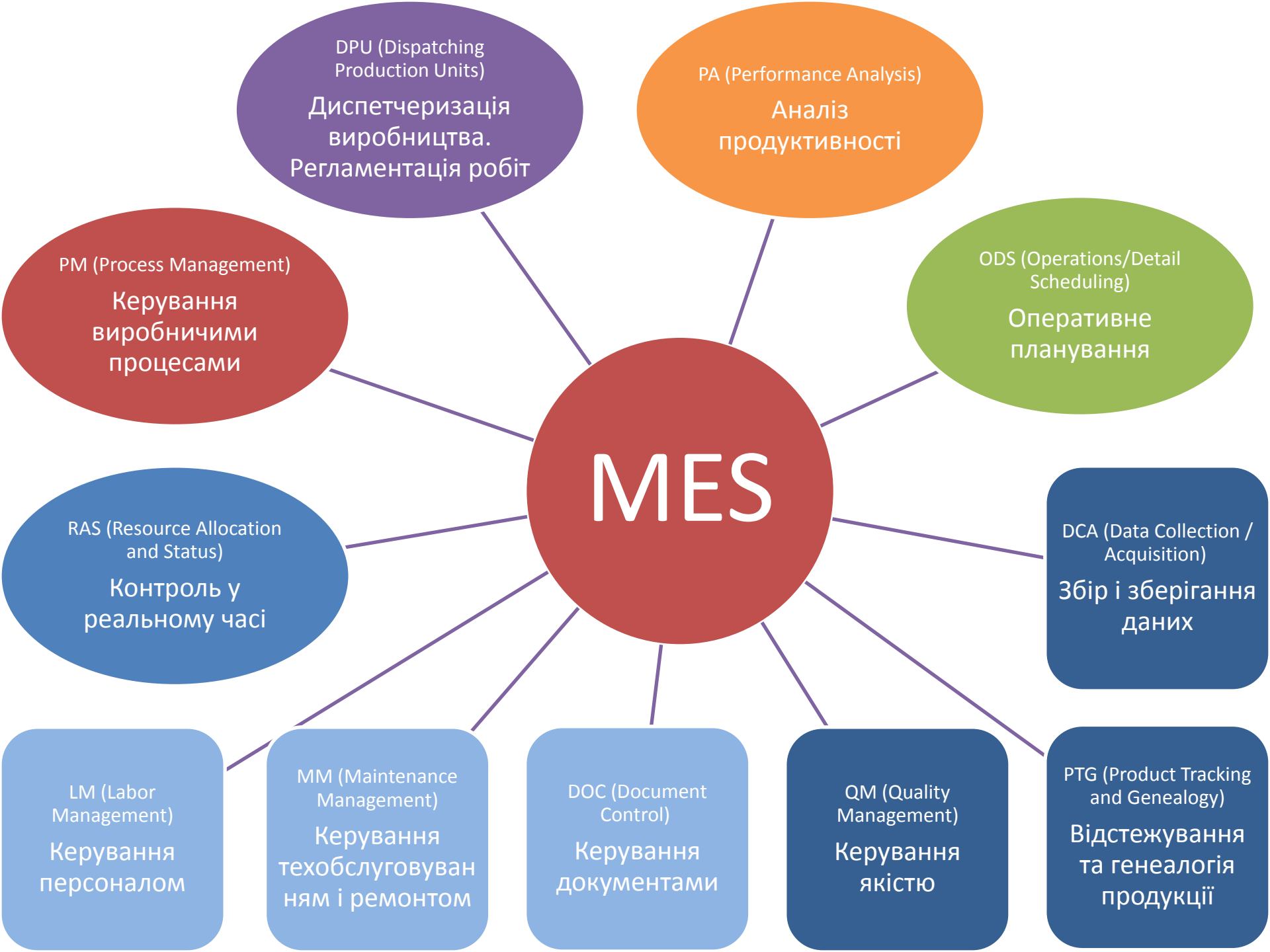
розрахунок розподільчих газових мереж високого та низького тиску із заданими висотними відмітками його прокладання в умовах стаціонарних та нестаціонарних потоків газу;

розрахунок оптимальних режимів газотранспортних систем;

розрахунок оптимальних параметрів керування газопотоками в умовах неусталених газових потоків;

розрахунок фільтрації газу в неоднорідних порових середовищах;

розрахунок параметрів фільтрації в неоднорідних порових середовищах за умов витіснення природного інертним газом.



Технологічні об'єкти

Основні інформаційні об'єкти

- ГВС
- ГРС
- АГНКС
- промисли
- запірні та регулюючі арматури

Об'єкти моделювання

- ділянки газопроводів
- свердловини
- вибій свердловини
- газоперекачуючі агрегати

Системи гідравлічно пов'язаних об'єктів

- розподільчі мережі
- шлейфово-колекторні системи
- компресорні цехи та станції
- одно- та багатониткові магістральні газопроводи
- апарати повітряного охолодження
- підземні газосховища (ПСГ)
- групи технологічно поєднаних ПСГ

Фізичні процеси, що супроводжують транспортування газу

Групи процесів	Процеси	Математичні моделі
Термодинамічні	нагрівання / охолодження	рівняння стану газової суміші
		рівняння стану металу
	стискання / розширення деформація / напруження	рівняння стану газової суміші
		рівняння стану металу
	теплове розширення	рівняння стану газу
		рівняння стану металу
змішування компонент	рівняння стану газової суміші	
Газодинамічні	перенесення маси	рівняння балансу маси
	перенесення імпульсу	рівняння балансу імпульсу
	перенесення моменту імпульсу	рівняння балансу моменту імпульсу
	перенесення енергії	рівняння балансу енергії, рівняння перенесення тепла, кінетичної та потенціальної енергії
Дифузійні, фільтраційні	дифузія компонент	рівняння дифузії, термодифузії, механодифузії
	фільтрація компонент і суміші	рівняння фільтрації
Хімічні та фазові перетворення	утворення хімічних з'єднань	
	конденсація і випаровування	
	горіння	
Пружні, термопружні		
Хвильові		
Старіння, деградація		

Задачі. Магістральні газопроводи

гідравлічний та температурний розрахунок магістрального газопроводу;

ідентифікація фактичних коефіцієнтів гідравлічного опору і ефективності (в стаціонарному та нестаціонарному випадках на річних даних);

розрахунок коефіцієнту теплопередачі газ – зовнішнє середовище (в стаціонарному випадку на значних інтервалах часу);

розрахунок швидкості очисного поршня на ділянці газопроводу;

розрахунок часу та обсягу стравлювання газу через свічу;

розрахунок об'єму акумульованого газу в газопроводі за умов нестаціонарного його руху;

розрахунок параметрів температурного режиму транспортування газу в умовах нестаціонарних процесів (в тримірній постановці);

оцінка втрат газу на ділянках газопроводів (знайти і обґрунтувати нормативні дані);

розрахунок місцезнаходження витоків газу (дослідити точність розрахунку);

розрахунок зон гідратуутворення та об'ємів необхідного метанолу.

Задачі. Компресорні станції

розрахунок режимів роботи ГПА, цеху, багатоцехових КС з різнотипними ГПА;

розрахунок паливно - енергетичних затрат на заданий режим роботи ГПА, КС;

розрахунок оптимальних режимів роботи багатоцехових КС;

розрахунок робочих характеристик нагнітачів та приводів за оперативними заміряними даними;

термо – гідравлічний розрахунок на детальних граф – схемах КС;

відображення архівних даних режимів роботи вибраного ГПА, КС з можливістю знаходження області їх реальних режимів;

ідентифікація стану об'єктів ГПА і КС.

Розрахунок різнотипних та багатощаблевої КС

Гусятин-2 23_2

Перемалювати Зберегти в базі даних Легенди

млн.м3/д ата К 13.05.2011 16:37:28 Режими 41: [2]1:PCL804-2/36[3937], [2]1,2,3,4,5:235-21-1[4685]

Ступень стиску Ета політропічне Приведена потужність Потужність приводу

База даних Вхідні параметри Параметри

Союз
RF2BB-30 Nмаш. Noб. Noб.пр.
RF2BB-30 Nмаш. Noб. Noб.пр.

У-П-У
PCL804-2/3E Nмаш. 1 Noб. 3937 Noб.пр. 0.88273E
PCL804-2/3E Nмаш. Noб. Noб.пр.

Прогрес
235-21-1 Nмаш. 5 Noб. 4685 Noб.пр. 0.976041
235-21-1 Nмаш. Noб. Noб.пр.

Цех 1а
Nмаш. Noб. Noб.пр.
Nмаш. Noб. Noб.пр.

Цех 4
Nмаш. Noб. Noб.пр.
Nмаш. Noб. Noб.пр.

[2]1:PCL804-2/36[3937], [2]1,2,3,4,5:235-21-1[4685]

Пряма задача Зберегти ручний режим

Серії і к-сть наг. Типи

Режим з'... 1 2

1 1.2 1.2,3 1.3 2 2,3 3

Q CE Pin P N NNe NNr

Цех 1: Min: Max:
Цех 2: Min: Max:
Цех 3: Min: Max:
Цех 1A: Min: Max:
Цех 4: Min: Max:

Відх. розр. об. Відх. розр. пал. газу

Nob. %

25 00 00 00:00 00:00 00:00 00:00 00:00 00:00 Time

Реальні режими Дані з графіків

Колір відображення
К-сть наг. Режим вкл. Тиск на вих.

№	Назва	Qfuel	Р	Tin 297.613 Npr 0	Nob 0	КС: Гусятин-2 23	Цех	Ступень	Нагнітач	Колір відображення		
00	[1]1,2,3,4:RF2BB-30[5817], [2]1,2:PCL804-2/36[3835]	0.69	1.3	Pin 55.000	Teir 274.746 NN 100	ГПА ППУ-10	1	Всі	235-21-1	К-сть наг.		
01	[1]1,2,3,4,5:RF2BB-30[5711], [2]1,2:PCL804-2/36[3797]	0.73	1.1	CEр 1.000	0.000 0.000 CFuel 1.020	Графік для Оксид/Опр	2	1 ступень		Режим вкл.		
02	[1]1:RF2BB-30[5768], [2]1:PCL804-2/36[4014], [2]1,2,3,4:235-21-1[47	0.57	1.3	CNN 1.000	1.000 1.000 CEта 0.930	CNNa 1.000	29	2 ступень		Тиск на вих.		
	Серія (1)	0.08	1.3554			19.09	1.2727	55.000	70.000	297.613	313.150	
	Гідравлічний екв.					0.0000	55.000	54.767	70.182	297.613	297.613	
	Цех 1	0.08	1.3554			19.09	1.2815	54.767	70.182	297.613	321.918	
	Нагнітач(1)RF2BB-30	0.08	1.3554	0.8972	5768	0.36	19.09	1.2815	54.767	70.182	297.613	321.918
	Охолоджувач					0.0000	70.182	70.182	321.918	313.150	313.150	
	Гідравлічний екв.					0.0000	70.182	70.000	313.150	313.150	313.150	
	Серія (2)	0.20	1.9456			54.35	1.2727	55.000	70.000	297.613	313.150	
	Гідравлічний екв.					0.0000	55.000	55.000	297.613	297.613	297.613	
	Цех 2	0.20	1.9456			54.35	1.2727	55.000	70.000	297.613	323.691	
	Нагнітач(1)PCL804-2/36	0.20	1.9456	0.8853	4014	1.04	54.35	1.2727	55.000	70.000	297.613	323.691
	Охолоджувач					NAN	70.000	70.000	323.691	313.150	313.150	
	Гідравлічний екв.					0.0000	70.000	70.000	313.150	313.150	313.150	
	Серія (3)	0.29	1.4176			96.68	1.2727	55.000	70.000	297.613	313.150	

Тест

Системні задачі. Підземні газосховища

термо - гідравлічний розрахунок системи пласт - магістраль;

розв'язування основних прямих та обернених режимно-технологічних задач;

розрахунок періодів безкомпресорних відборів та нагнітання газу;

розрахунок параметрів ідентифікації стану об'єктів;

розрахунок різних типів ДКС (газотурбінні, поршневого типу);

формування допустимих оптимальних експлуатаційних режимів роботи системи зберігання газу;

визначення динаміки наявних перетоків газу та акумулюючої здатності газоносних пластів;

розрахунок пропускної спроможності технологічних об'єктів системи пласт-магістраль;

побудувати пікові режимні параметри в області зміни тиску в магістралі;

оптимальне планування роботи на заданий період відбирання – нагнітання газу.

Контроль у реальному часі

Керування виробничими процесами

Диспетчеризація виробництва. Регламентація робіт

Аналіз продуктивності

Оперативне планування

Задачі стосовно технологічних об'єктів ПСГ

Пласт газосховища:

розрахунок параметрів газу у всій його області фільтрації;

розрахунок неоднорідних коефіцієнтів пористості, проникності, газонасиченості пласту - колектора сховища;

уточнення геометричних, геологічних та акумулюючих параметрів пластів - колекторів

Вибій свердловини:

розрахунок фільтраційних коефіцієнтів привибійних зон;

розрахунок густини перфорації обсадної колони;

проведення дослідження вибою свердловин газогідродинамічними методами

Свердловина:

розрахунок дебіту, гирлового і вибійного тисків газу;

розрахунок впливу додаткової перфорації свердловин на її дебіт;

розрахунок впливу параметрів відкритого вибою на дебіт свердловини

Обв'язка гирла свердловини:

побудова гідравлічного еквіваленту обв'язки гирла свердловини

Шлейфово-колекторна система (ШКС):

термогідравлічний розрахунок ШКС при всіх можливих варіантах задання тисків і витрати.

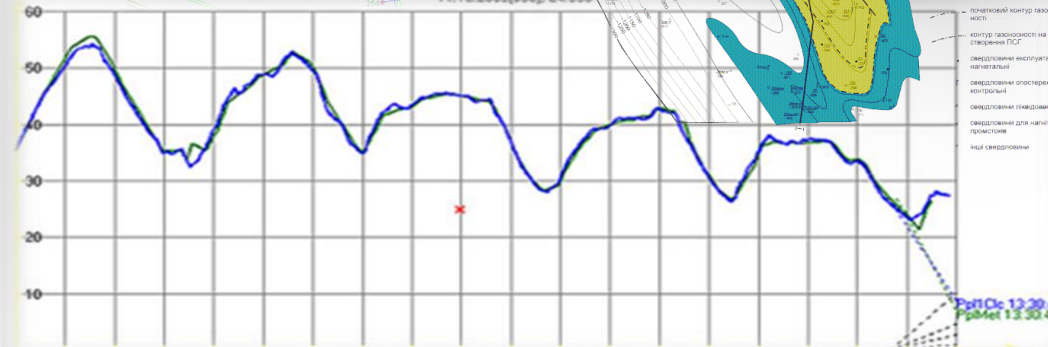
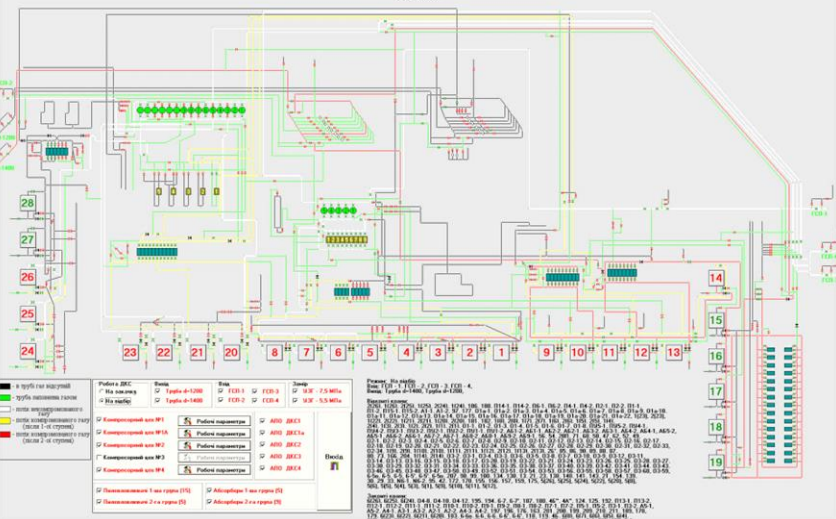
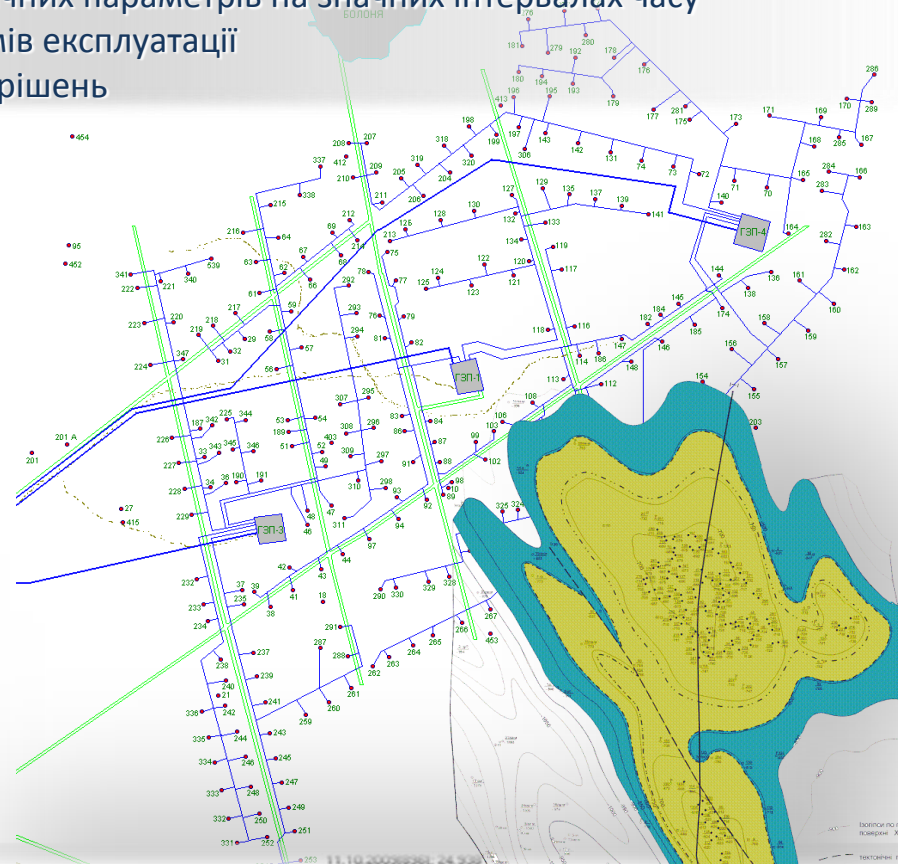
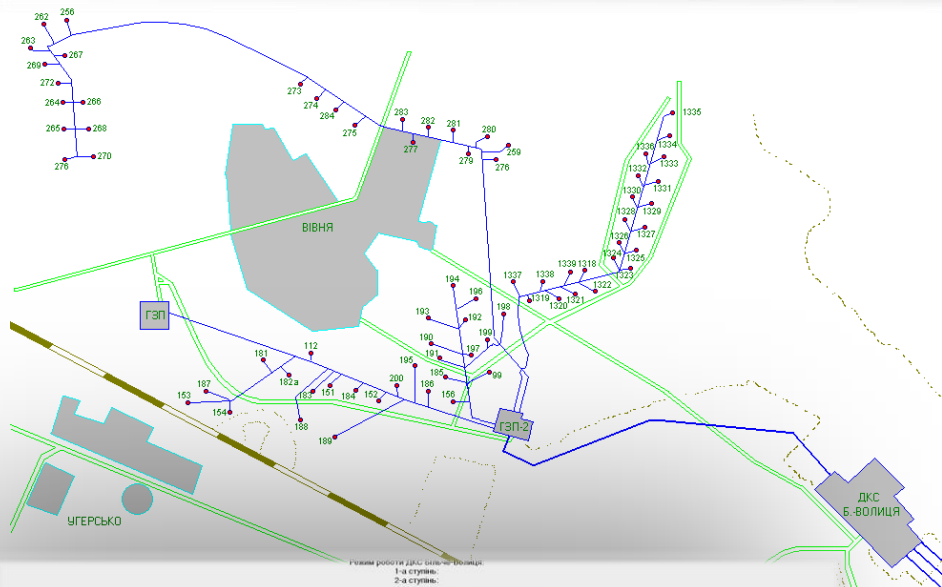
Система моделювання роботи ПСГ

Планування оптимальної роботи

Вивчення динаміки поведінки фільтраційних та газодинамічних параметрів на значних інтервалах часу

Вивчення та розробка нових технологічних рішень та режимів експлуатації

Економічна оцінка впровадження нових науково-технічних рішень



Групи технологічно поєднаних газосховищ

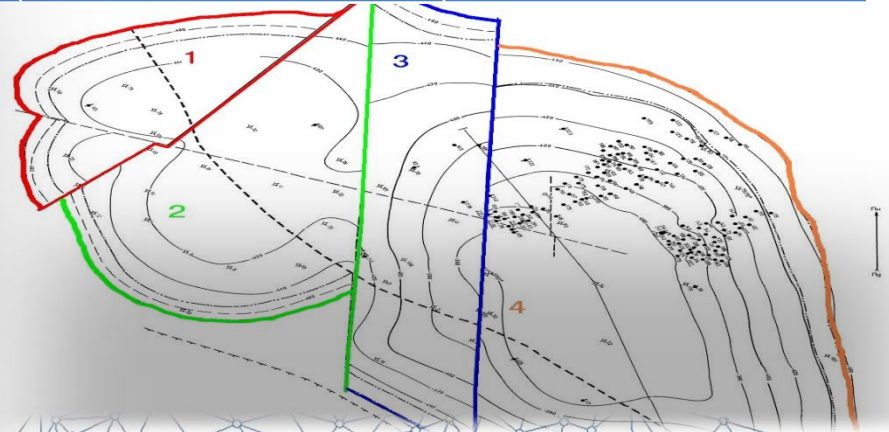
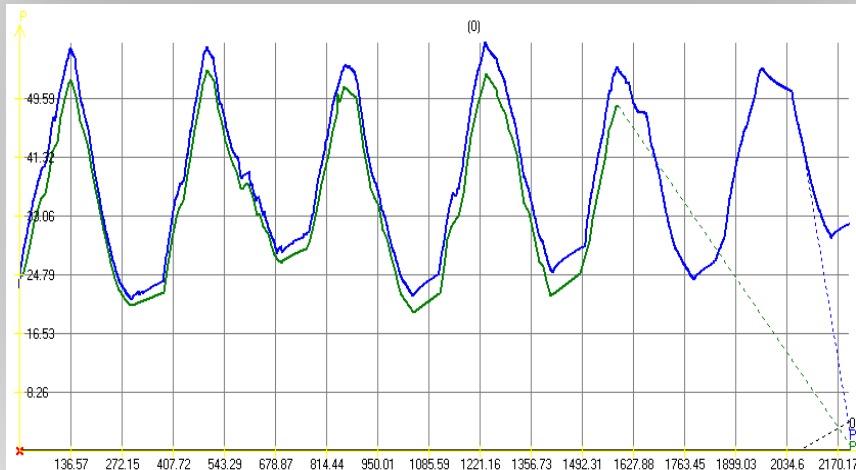
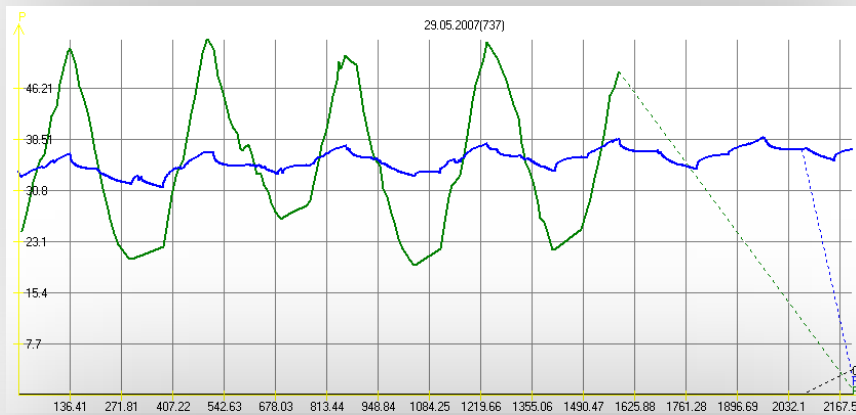
побудова функцій піковості для всіх газосховищ як функцій витрати газу, паливного газу та тиску в магістральному газопроводі в області проектних та реальних режимів роботи ПСГ;

оптимальний розподіл газу для зберігання між сховищами за умов забезпечення сумарної максимальної піковості при його відбиранні на заданому інтервалі часу;

оптимальне планування відбирання газу із сховищ за умов максимальної піковості газосховищ в процесі його відбирання, або максимальної піковості наявного активного газу

Заміщення буферного газу азотом

	Кінець 2-го сезону	Кінець 3-го сезону	Кінець 4-го сезону
Після закачування	29,75	23,97	27,44
Без закачування	27,77	21,16	23,47
Різниця тисків	1.98	2.81	3.97



Характеристика програмного модуля ПСГ - режим

швидкість моделювання фільтраційних процесів забезпечують методи роботи з розрідженими матрицями;

гідравлічний розрахунок технологічного ланцюжка *вибій -> газозбірний комплекс* забезпечують методи розв'язування систем із різнотипних нелінійних рівнянь;

врахування гідравлічної взаємодії всіх об'єктів, які приймають участь в нагнітанні, зберіганні та відбиранні газу;

автоматизація процесу формування моделі для різних модифікацій обладнання, змін станів технологічних об'єктів, модернізації та реконструкцій окремих об'єктів та ПСГ в цілому;

адаптація моделей технологічних об'єктів до змінних умов їх роботи та їх газогідродинамічного стану;

оперативне проведення багатократних розрахунків для пошуку оптимальних режимних параметрів на значних інтервалах часу та, при необхідності, порівняльного аналізу можливих варіантів реконструкції ПСГ;

враховано газогідродинамічний зв'язок між всіма технологічними об'єктами, які беруть участь у відбиранні та нагнітанні газу;

забезпечена автоматизація процесу адаптації моделей об'єктів системи до фактичного стану;

враховані нормативні вимоги до роботи газосховища;

передбачена можливість порівняльного аналізу ефективності використання різного технологічного обладнання в ході модернізації та реконструкції ПСГ

Газотранспортна система

розрахунок, оптимальне планування й прогнозування роботи системи транспортування газу за умов стаціонарного та нестаціонарного руху газу;

розрахунок параметрів оптимального керування газопотоками в ГТС;

побудова за замірними даними гідродинамічних характеристик технологічного обладнання;

моніторинг робіт на об'єктах ГТС, які впливають на поточкорозподіл в ГТС (АРМ вогневі роботи);

розрахунок параметрів управління тепловим режимом транспортування газу;

розрахунок – прогнозування калорійності газу на заданому відборі ГТС;

побудова автоматизованої системи рейтингового відбору енергозберігаючих проектів для впровадження на підприємствах ПАТ "Укртрансгаз" (енергетичний аудит);

розрахунок вільних потужностей із врахуванням компонентного складу газу (калорійності газу);

розвиток та адаптування існуючих логістичних систем, для забезпечення ефективної взаємодії диспетчерських служб країн імпортерів і експортерів газу

Контроль у реальному часі

Керування виробничими процесами

Диспетчеризація виробництва. Регламентація робіт

Аналіз продуктивності

Оперативне планування

Інформаційне забезпечення

оперативна актуалізація інформаційної підтримки задач;

інформаційне забезпечення перспективного планування режимів;

інформаційне забезпечення оперативного планування режимів;

інформаційне забезпечення задач оперативного формування параметрів керування газодинамічними процесами;

оперативне прогнозування споживання газу та оптимальне оперативне управління ПСГ;

розрахунок оптимального відбирання газу із сховищ за критеріями оптимальності та постійної підтримки їх сумарної піковості

АРМ
техноло-
гічних
схем

АРМ
кранів

АРМ
вогневих
робіт

ГІС

РІ-
система

Mesgis

Журнали
диспет-
чера

Регла-
мент
роботи
об'єктів
ГТС

Система актуалізації
технологічних схем

Система обробки та
аналізу даних

Норма-
тивні та
методи-
чні
матеріа-
ли

Розрахункові задачі

Система
актуалізації
приклад-
ного
програм-
ного
забезпечен-
ня

Система аналізу та візуалізації даних, представлення даних для
друку

WEB-частина розрахункового комплексу

Firefox | Нова вкладка | Ghostery Configurat... | программы для со... | 192.168.1.114:8282/redwebapp/Redwebapp.html

Задачі

- Приведені характеристик...
- Розрахунок КС
- Нестационар
- Визначення оптималь...

Приведені характеристики нагнітачів | Розрахунок КС

Кольорова гамма: ЛВУМГ | Відобразити р...

Параметри об'єкта

Магістраль	У-П-У
Код	kk010
Заміряні параметри	
Тиск входу, (атм)	56.6
Тиск виходу, (атм)	71.3
Температура входу, (С)	20.5
Температура виходу, (С)	40.5
Паливний газ, (тис.м3/год)	11047.71
К-ть нагнітачів (1 ст.)	2
К-ть оборотів (1 ст.)	3310.0
К-ть нагнітачів (2 ст.)	0

Легенда

- труба
- відбір
- розробка покладів
- поршень
- вузол
- замір
- джерело
- кран
- клапан
- КС
- редуктор
- байпас
- пилотовловлювач

40.15 .73 Піски

5250; 7,48788 26.4

КС-33 Гребінка (Прог)

КС-33 Гребінка (УПУ)

КС Гребінка 2 (іКК)

Реалізована функціональність у WEB

графік приведених характеристик нагнітачів;

розрахунок багатоцехових КС з різнотипними ГПА;

нестационарний розрахунок ділянок газопроводів;

оптимальне планування режимів роботи ГТС;

технологічна схема ГТС та система актуалізації інформаційної підтримки;

завантаження, обробка та відображення даних із АРМ диспетчера та PI-system

Система ідентифікації параметрів моделей

Система актуалізації технологічних схем та даних

Особливості функціонування ГТС України

Розрахунок інтегральних параметрів режиму

Методи та алгоритми пошуку оптимального розв'язку

Критерії оптимальності

Система формування вхідних даних

Розрахунок об'єктів ГТС (ГПА, КС, ПСГ тощо)

Розрахунок параметрів газопотоків в ГТС

Система інтерпретації результатів моделювання

Структура
споживання

Прогноз
погоди

Планування та прогнозування
споживання Україною

Планування та
прогнозування
імпорту

Планування та
прогнозування
видобутку

Оптимальне оперативне / перспективне управління ПСГ

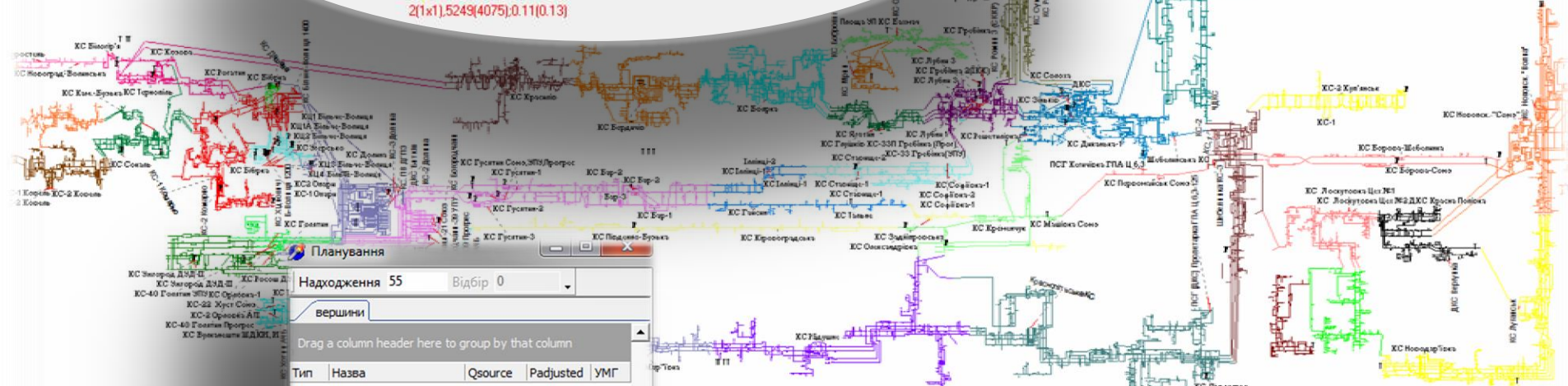
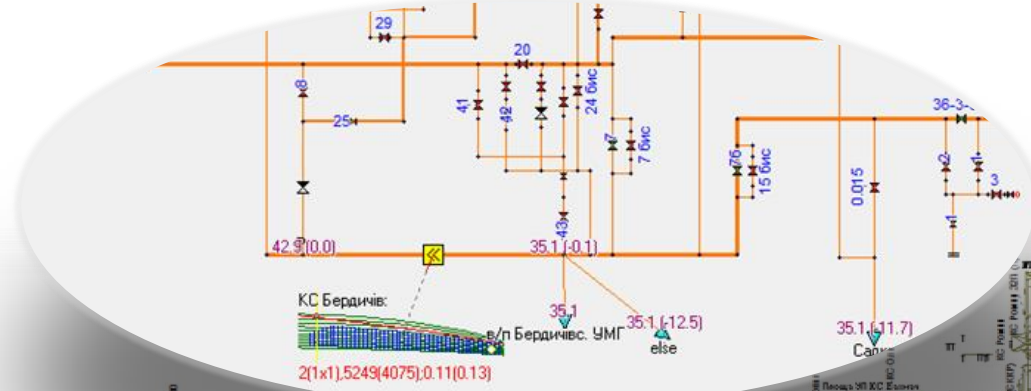
Планування та
прогнозування
транзиту

Баланс по Україні

Система прогнозування параметрів газу на всіх входах та виходах

**Система оптимального оперативного /
перспективного планування**

Планування режимів роботи ГТС



Планування

Надходження 55 Відбір 0

вершини

Drag a column header here to group by that column

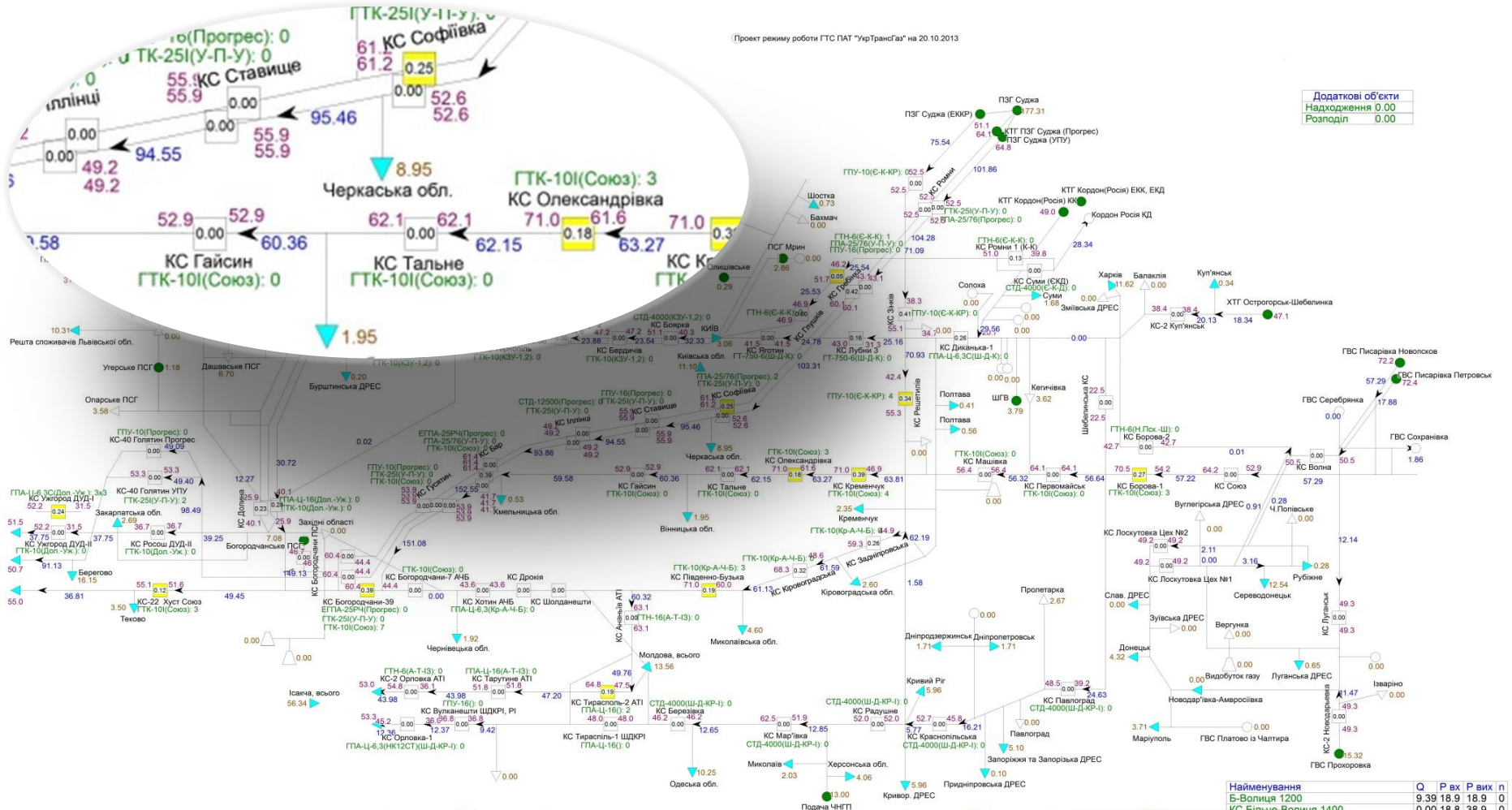
Тип	Назва	Qsource	Padjusted	УМГ
●	ПСГ Мрин (відбір)	4.30987	38.9	КТГ
●	ПСГ Солоха (відбір)	2.58592	47.5	КТГ
●	ПСГ Олишівське(відбір)	0.105856	32.3	КТГ
●	ГСП-3 Уг.-Б.Вол.	5.26258	19.3	ЛПГ
●	ГСП-1 Уг.-Б.Вол.	6.30602	19.5	ЛПГ
●	ГСП-4 Уг.-Б.Вол.	4.29475	19.2	ЛПГ
●	ГСП-2 Уг.-Б.Вол.	10.9788	19.6	ЛПГ
●	Угерсько XIV - XV	0.51416	14.8	ЛПГ
●	ОПАРСЬКА СПЗГ	2.96398	24.9	ЛПГ
●	ДАШАВСЬКА СПЗГ	6.44212	33.9	ЛПГ
●	ПСГ Богородчани Витри	9.72367	0	ПТГ
		13	55.00	

Україна	-0.570413	ЛТГ
Надходження	404.62	Надх
- по газопроводах	260.62	- від
- відбір із ПСГ	55	- від
- від промислів	89	- від
Розподіл	405.19	- від
- експорт	180.75	- від
- Молдова	8.52	- від
- Росія	0	- від
- споживачі України	213.413	- від
- виробничо-технол	2.50758	- від
- закачка в ПСГ	0	- від

ЧТГ	1.49012	КТГ	-4.3234	ХТГ	-0.2297	ДТГ	0.97218
Надходження	175.37	Надходження	213.17	Надходження	74.040	Надходження	79.694
- від промислів	0.895	- від промислів	33.68	- від промислів	27.584	- від промислів	15.394
- від КТГ	136.48	- відбір із ПСГ	7.0016	- від ВАТ "ГазПром"	27.94	- відбір із ПСГ	37.9942
- від ДТГ	37.9942	- від ВАТ "ГазПром"	168.38	- відбір із ПСГ	1.5122	- від ВАТ "ГазПром"	64.3
- подача ХТГ	0	- від інших транзгаз	4.116	- від ЧТГ	17.004	- від ЧТГ(реверс)	0
Розподіл	173.88	Розподіл	217.50	Розподіл	74.269	Розподіл	78.7168
- подача ХТГ	12.888	- подача ЧТГ	136.48	- подача ЧНП	0	- подача ЧТГ	37.9942
- Україна	27.020	- Україна	46.825	- Україна	58.073	- Україна	40.7226
- власні потреби	0.2725	- власні потреби	1.1024	- власні потреби	0	- власні потреби	0
- подача ПТГ	133.70	- подача ЛПГ	33.088	- подача ПТГ	12.576	- подача Росії	0
- подача КТГ	0	- закачка в ПСГ	0	- закачка в ПСГ	0	- закачка в ПСГ	0

Потокова схема ГТС України. Розрахований режим роботи ГТС

Проект режиму роботи ГТС ПАТ "УкрТрансГаз" на 20.10.2013



Україна		
Надходження	466.85	0 літс
- по газопроводах	315.08	9452.32
- відбір з ПСГ	58.62	1758.60
- від промислія	93.15	2794.52
Розподіл	472.61	
- експорт	250.48	7514.43
- Молдова	9.79	293.79
- Росія	0.00	0.00
- споживачі України	206.57	6197.22
- вироб-техпол. потреби	5.76	172.75
- зачка в ПСГ	0.00	0.00

ЛТГ		
Надходження	76.61	
- Від промислія	13.57	
- Від Белтрансгаз	0.00	
- Відбір з ПСГ	42.11	
- Від КТГ	20.93	
- Від ПТГ (закачка)	0.00	
Розподіл	75.28	
- Експорт	12.30	
- Україна	21.72	
- вл. потреби	0.38	
- Подача ПТГ	40.89	
- Закачка в ПСГ	0.00	

ПТГ		
Надходження	274.79	
- Від промислія	1.00	
- Від ЛТГ	40.89	
- Відбір з ПСГ	7.08	
- Від ХТГ	12.79	
- Від ЧТГ	213.03	
Розподіл	270.34	
- Експорт	238.18	
- Україна	20.92	
- вл. потреби	1.45	
- Молдова	9.79	
- Закачка в ПСГ	0.00	
- Подача ЛТГ(закач)	0.00	
- КС Тарутіно	0.00	

ЧТГ		
Надходження	240.10	
- Від промислія	1.56	
- Від КТГ	181.25	
- Від ДТГ	57.29	
Розподіл	235.68	
- Подача ХТГ	0.00	
- Україна	20.68	
- вл. потреби	1.97	
- Подача ПТГ	213.03	
- Подача на ДТГ(реверс)	0.00	

КТГ		ХТГ	
Надходження	246.22	Надходження	48.64
- Від промислія	33.75	- від промислія	25.82
- Відбір з ПСГ	3.14	- від ВАТ "Газпром"	18.34
- Від ВАТ "Газпром"	205.71	- відбір з ПСГ	2.67
- Від інших трансгазів	3.62	- від ЧТГ	1.82
Розподіл	249.89	Розподіл	71.25
- Подача ЧТГ	181.49	- подача ЧНПГ	0.00
- Україна	45.51	- Україна	54.84
- вл. потреби	1.96	- вл. потреби	0.00
- Подача ПТГ	20.93	- подача ПТГ	12.79
- Закачка ПСГ	0.00	- закачка в ПСГ	0.00
- Курська обл.	0.00	- Подача КТГ	3.62

ДТГ					
Надходження	108.48	Q	P	вх	п
- від промислія	17.45	КС Більче-Волиця 1200	9.39	18.9	18.9
- відбір з ПСГ	0.00	КС Більче-Волиця 1400	0.00	18.8	38.9
- від ВАТ "Газпром"	91.03	КС Угерсьько	0.00	0.0	0.2
- від ЧТГ(реверс)	0.00	КЦ1 Більче-Волиця	1.18	16.8	41.5
Розподіл	100.19	КЦ3 Більче-Волиця	0.00	0.0	0.0
- подача ЧТГ	57.29	КЦ1A Більче-Волиця	0.00	0.0	0.2
- Україна	42.91	КЦ4 Більче-Волиця	0.00	0.0	0.2
- вл. потреби	0.00	КС Дашава	6.70	14.2	28.3
- подача Росії	0.00	КС-1 Слари	0.00	0.0	0.4
- закачка в ПСГ	0.00	КС2 Слари	2.95	0.0	41.7
		КС Богородчані ПСГ	0.00	0.0	0.0
		КС Мрин	2.62	40.8	40.8
		КС Бобровицька	0.00	0.0	1.1
		КС Солоха	0.00	34.7	66.3
		ПСГ Келічка ГПА Ц 6.3	0.00	61.6	61.6
		ПСГ [ДКС] Пролетарка ГПА Ц 6.3-125	2.67	28.0	48.5
		ДКС Красна Політва	0.00	49.7	49.7
		ДКС Вергуна	0.00	51.4	51.4

Кількість діб у розрахунковому періоді - 30
Тиски вказані в атн, обсяги газу - млн м3/добу

Характеристика програмного модуля - розрахунок стаціонарних режимів

модель газотранспортної системи включає всі об'єкти, які представлені на технологічних схемах;

методи пошуку розв'язків не прив'язані до типу математичного представлення моделей об'єктів та різних варіантів деталізації моделей компресорних станцій;

можливе включення в модель ГТС об'єктів дискретної дії (наприклад, незворотніх клапанів);

швидка збіжність методу забезпечена при включенні в модель десятків тисяч об'єктів при стартуванні методу з нульових початкових умов;

поєднана оптимізація поточкорозподілу та багатоцехових КС з різнотипними ГПА;

методи ідентифікації параметрів моделей працюють за умов неповноти даних

Статистичні методи

Розв'язування обернених задач

Цілеспрямований перебір

Побудова термогідравлічних еквівалентів

Ідентифікація термогідравлічних параметрів ділянок газопроводів

Ідентифікація параметрів ГПА – приводу та ВН

Ідентифікація параметрів пластів – колекторів

Ідентифікація фільтраційних коефіцієнтів привибійних зон

Ідентифікація параметрів запірної та регулюючої арматури

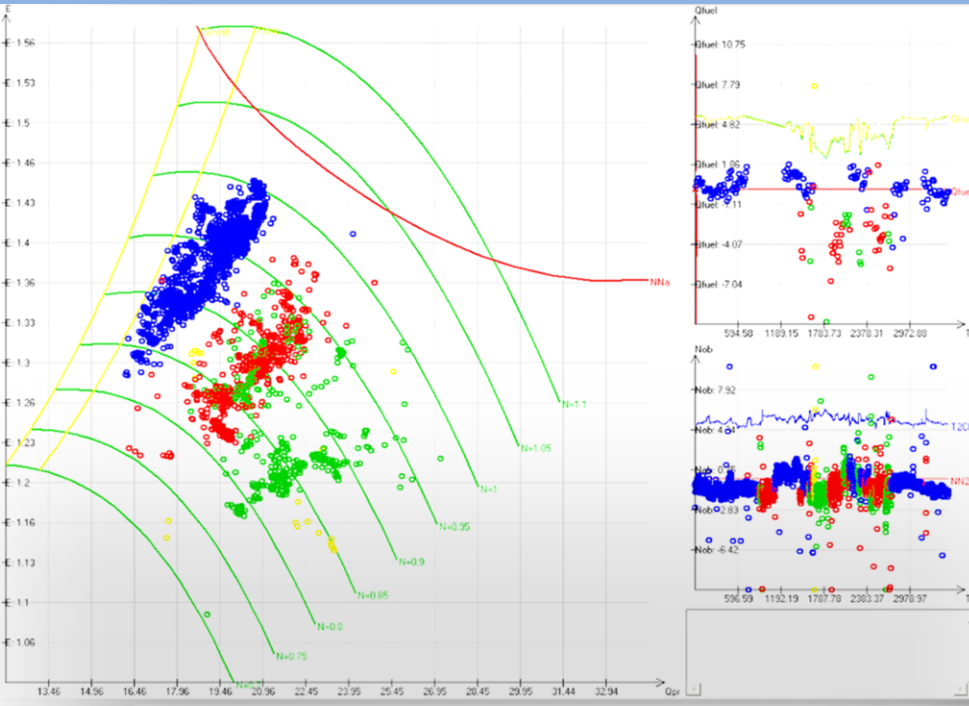
Методи та алгоритми ідентифікації

Ідентифікація параметрів об'єктів

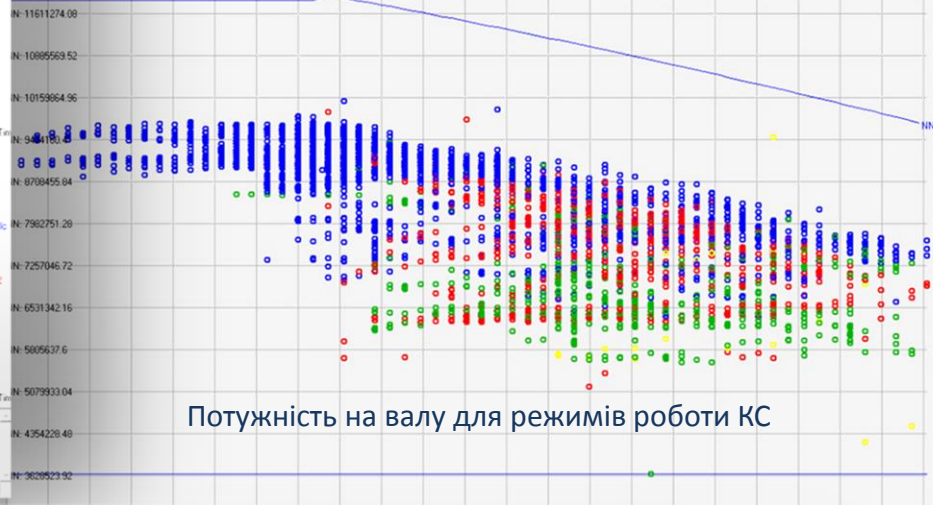
Моделі газових потоків

Система візуалізації результатів ідентифікації

Система розрахунку реальних параметрів КС

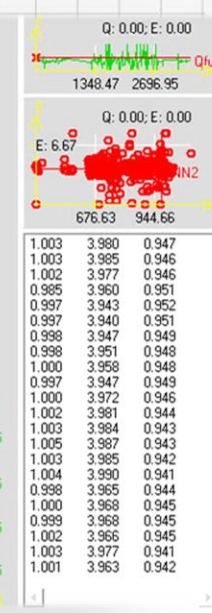
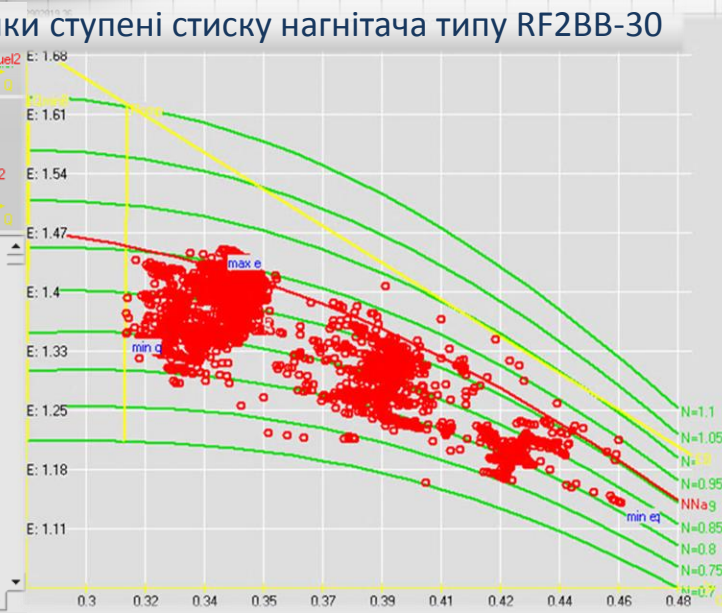
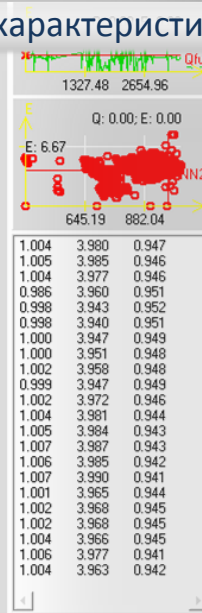
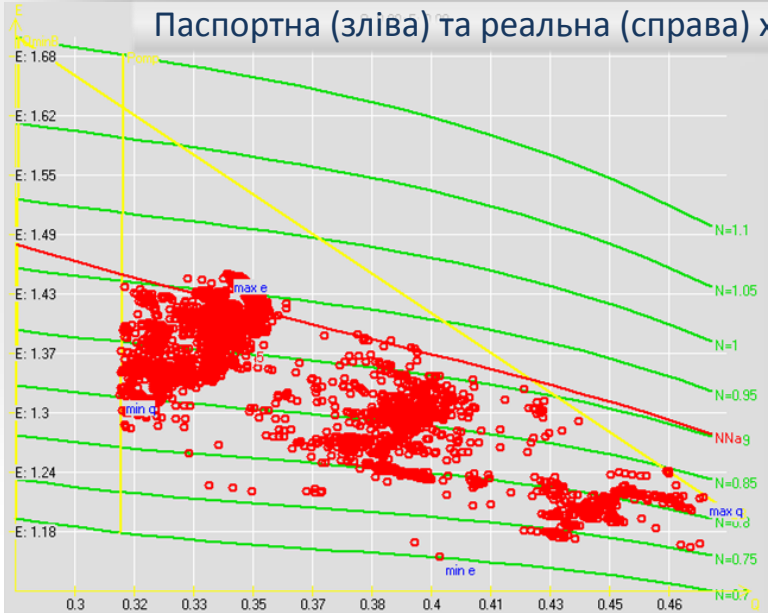


Аналіз роботи ВН КС Борова (RF2BB-30) за 2007 рік (близько 3600 робочих точок), де сині точки – режим із 5 ГПА, червоні – режим із 4 ГПА, зелені – режим із 3 ГПА, жовті – режим із 2 ГПА.



Потужність на валу для режимів роботи КС

Паспортна (зліва) та реальна (справа) характеристики ступені стиску нагнітача типу RF2BB-30



Результат

об'єм акумульованого газу в системі і в довільних виділених підсистемах;

динаміка зміни об'ємів акумульованого газу в довільних виділених підсистемах;

товаротранспортна робота (ТТР) для виділених підсистем і споживачів газу;

паливно – енергетичні ресурси на одиницю ТТР для виділених підсистем і споживачів газу;

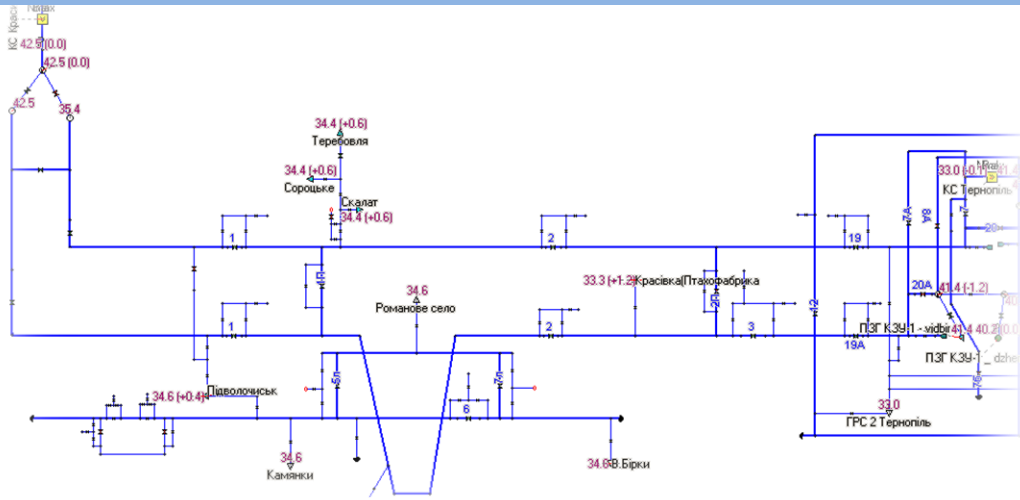
баланс, дисбаланс газу;

аналіз ефективності використання паливно – енергетичних ресурсів на режим;

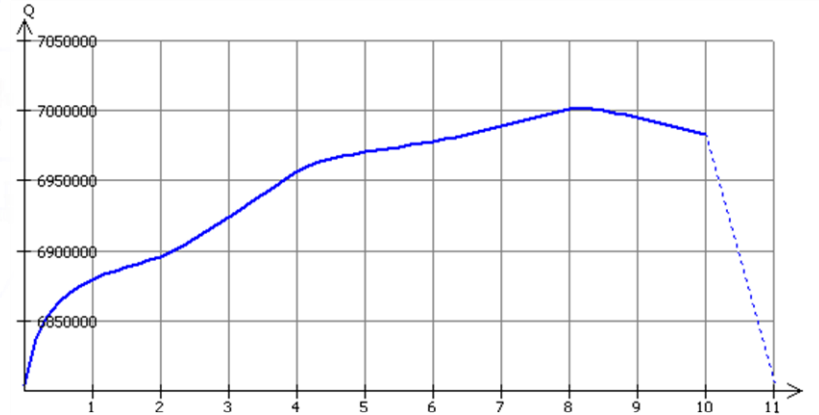
розрахунок калорійності газу для кожного споживача;

розрахунок вільних потужностей із врахуванням компонентного складу газу (калорійності газу).

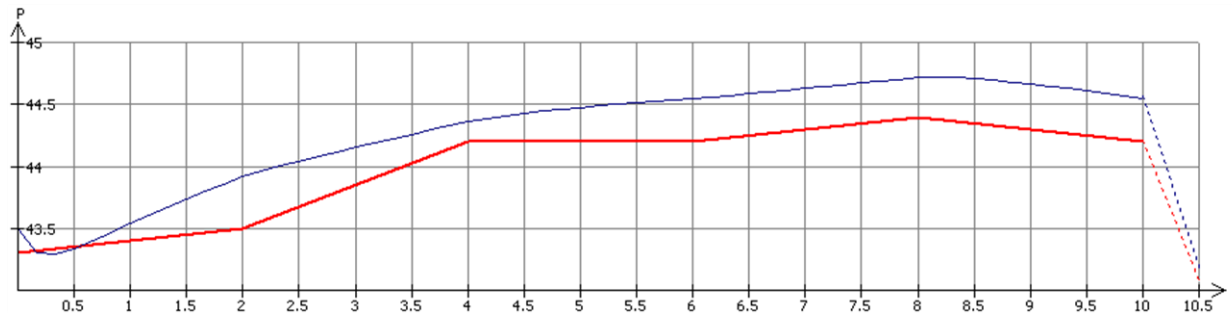
Розрахунок нестационарних режимів



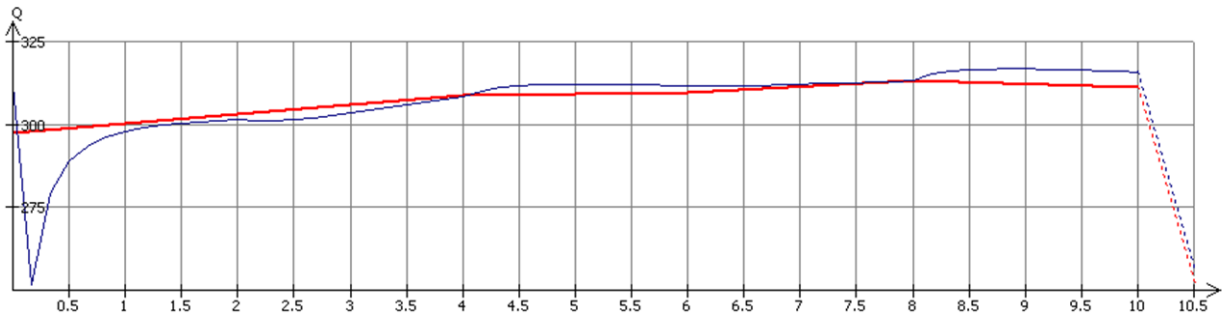
Технологічна схема ділянки газопроводу КС Красилів – КС Тернопіль



Графік зміни об'єму акумульованого газу у системі (розрахований)



Графіки зміни тиску газу КС Красилів (червоний – заміряний, синій – розрахований)



Графіки зміни об'ємної витрати газу КС Тернопіль (червоний – заміряний, синій – розрахований)

Адаптивний метод розрахунку нестационарних режимів

Критерії оптимізації, принципи оптимального керування

Система формування оптимальних технологічних границь та обмежень

Система формування параметрів алгоритмів реалізації регламенту

Розрахунок інтегральних режимних параметрів підсистем ГТС

Система формування регламенту роботи ГТС і її об'єктів: діалогова та автоматична

Система планування прогнозного оптимального режиму в умовах роботи системи в нестационарному режимі

Система формування розрахункових схем із врахуванням динаміки процесів та регламентів роботи об'єктів

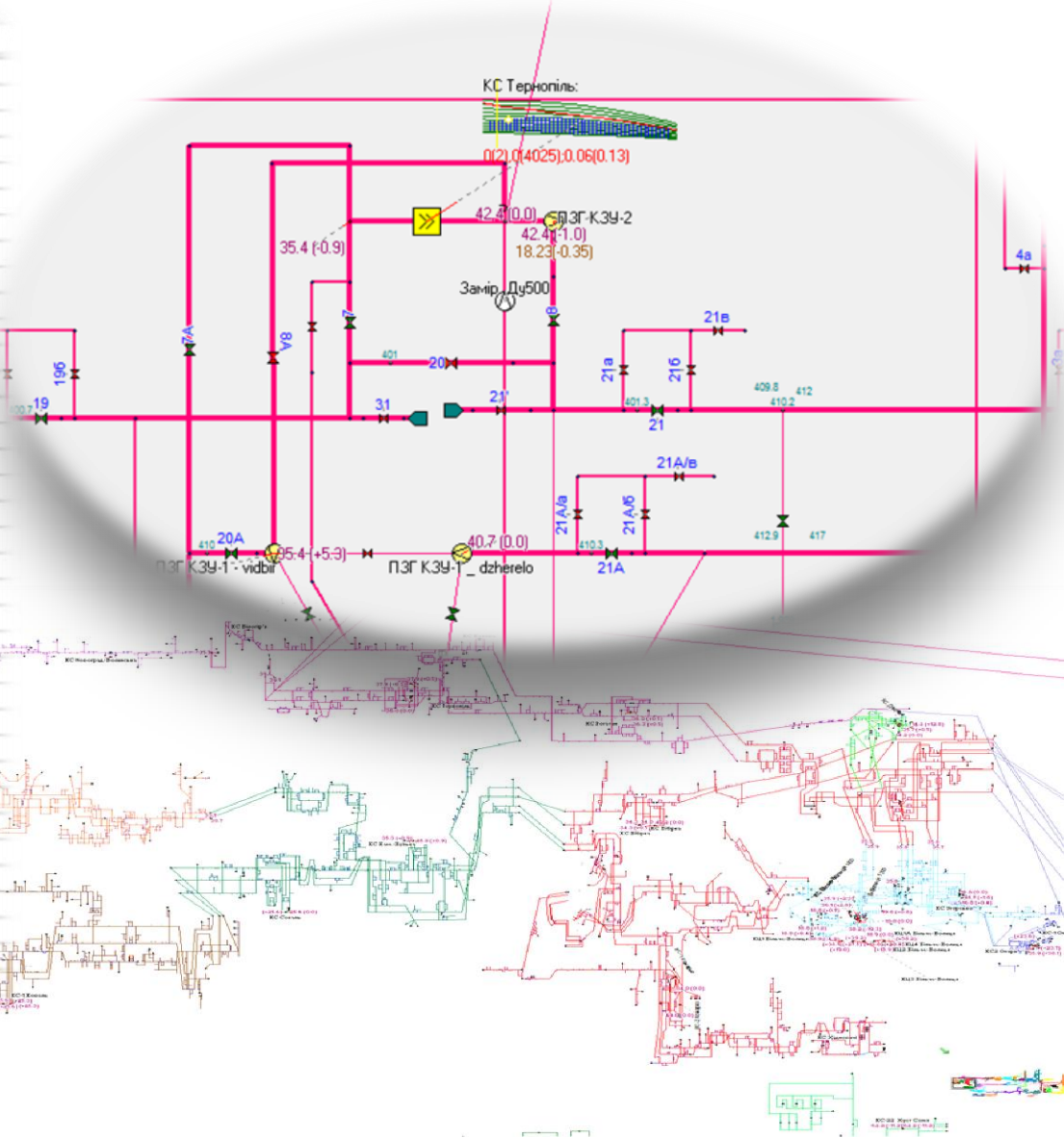
Система аналізу динаміки зміни контрольованих параметрів (впливу керування)

Система формування оптимальних параметрів керування

Розрахунок нестаціонарних режимів

Click here to define a filter

В.п. Рів	w030	-0.0139999993	-0.0120000005	Q	03.11.2012	00:00:00
АГНСК ТОВ "АРЕТТ"	z054	-0.0060000002	-0.0049999999	Q	03.11.2012	00:00:00
КС Тернопіль	z011	1.40350881885	1.38938049064	E	03.11.2012	00:00:00
КС Бібрка	z044	1.34890969767	1.37658226186	E	03.11.2012	00:00:00
КЦ2 Більче-Волиця	z064	17.7600001464	18.047999707	Q	03.11.2012	00:00:00
КС Більче-Волиця 1400	z068	17.7600001464	18.047999707	Q	03.11.2012	00:00:00
КЦ1А Більче-Волиця	z063	17.7600001464	18.047999707	Q	03.11.2012	00:00:00
ПЗГ Кобрин	z021	15.5280005855	15.6000001464	Q	03.11.2012	02:00:00
Надх. від ПрикарпатТТ	z053	-17.472000585	-16.776000439	Q	03.11.2012	02:00:00
ПЗГ Мозир	z091	9.64799978027	9.81600029296	Q	03.11.2012	02:00:00
КС Красилів	z015	3.06974542236	2.84584943847	Q	03.11.2012	02:00:00
КС Тернопіль	z011	1.38938049064	1.3973214183	E	03.11.2012	02:00:00
КС Бібрка	z044	1.37658226186	1.40384609506	E	03.11.2012	02:00:00
ПЗГ Кобрин	z021	15.6000001464	15.4800004394	Q	03.11.2012	04:00:00
	z041	-11.232	-11.208000585	Q	03.11.2012	04:00:00
Надх. від ПрикарпатТТ	z053	-16.776000439	-16.728000292	Q	03.11.2012	04:00:00
ГСП-1 Уг.-Б.Вол.	p014	5.59199992675	5.832	Q	03.11.2012	04:00:00
ГСП-4 Уг.-Б.Вол.	p017	5.47199989015	5.49599996337	Q	03.11.2012	04:00:00
ГСП-3 Уг.-Б.Вол.	p016	6.98400021972	7.15200007324	Q	03.11.2012	04:00:00
	g061	1.03200001831	1.10399999084	Q	03.11.2012	04:00:00
	g061	-1.0320000183	-1.1039999908	Q	03.11.2012	04:00:00
Б.-В. 1400	z068a	18.047999707	18.479999707	Q	03.11.2012	04:00:00
ЛТГ БВ 1200	z068b	-18.047999707	-18.479999707	Q	03.11.2012	04:00:00
ПЗГ Мозир	z091	9.81600029296	9.86399978027	Q	03.11.2012	04:00:00
КС Тернопіль	z011	1.3973214183	1.3811659323	E	03.11.2012	04:00:00
КС Бібрка	z044	1.40384609506	1.4193548387	E	03.11.2012	04:00:00
КЦ2 Більче-Волиця	z064	18.047999707	18.479999707	Q	03.11.2012	04:00:00
КС Більче-Волиця 1400	z068	18.047999707	18.479999707	Q	03.11.2012	04:00:00
КЦ1А Більче-Волиця	z063	18.047999707	18.479999707	Q	03.11.2012	04:00:00
ПЗГ Кобрин	z021	15.4800004394	15.719999853	Q	03.11.2012	06:00:00
	z041	-11.208000585	-11.255999414	Q	03.11.2012	06:00:00
Надх. від ПрикарпатТТ	z053	-16.728000292	-16.344000439	Q	03.11.2012	06:00:00
	g061	1.10399999084	1.08	Q	03.11.2012	06:00:00
	g061	-1.1039999908	-1.08	Q	03.11.2012	06:00:00
ПЗГ Мозир	z091	9.86399978027	9.76800014646	Q	03.11.2012	06:00:00
КС Тернопіль	z011	1.3811659323	1.37837834815	E	03.11.2012	06:00:00
КС Бібрка	z044	1.4193548387	1.40384609506	E	03.11.2012	06:00:00



Обмеження на керування.
Швидкість зміни параметрів керування та параметрів газових потоків

Параметри керування газодинамічними параметрами

Регламенти роботи запірної арматури, КЦ, КС, ПСГ

Технологічні обмеження

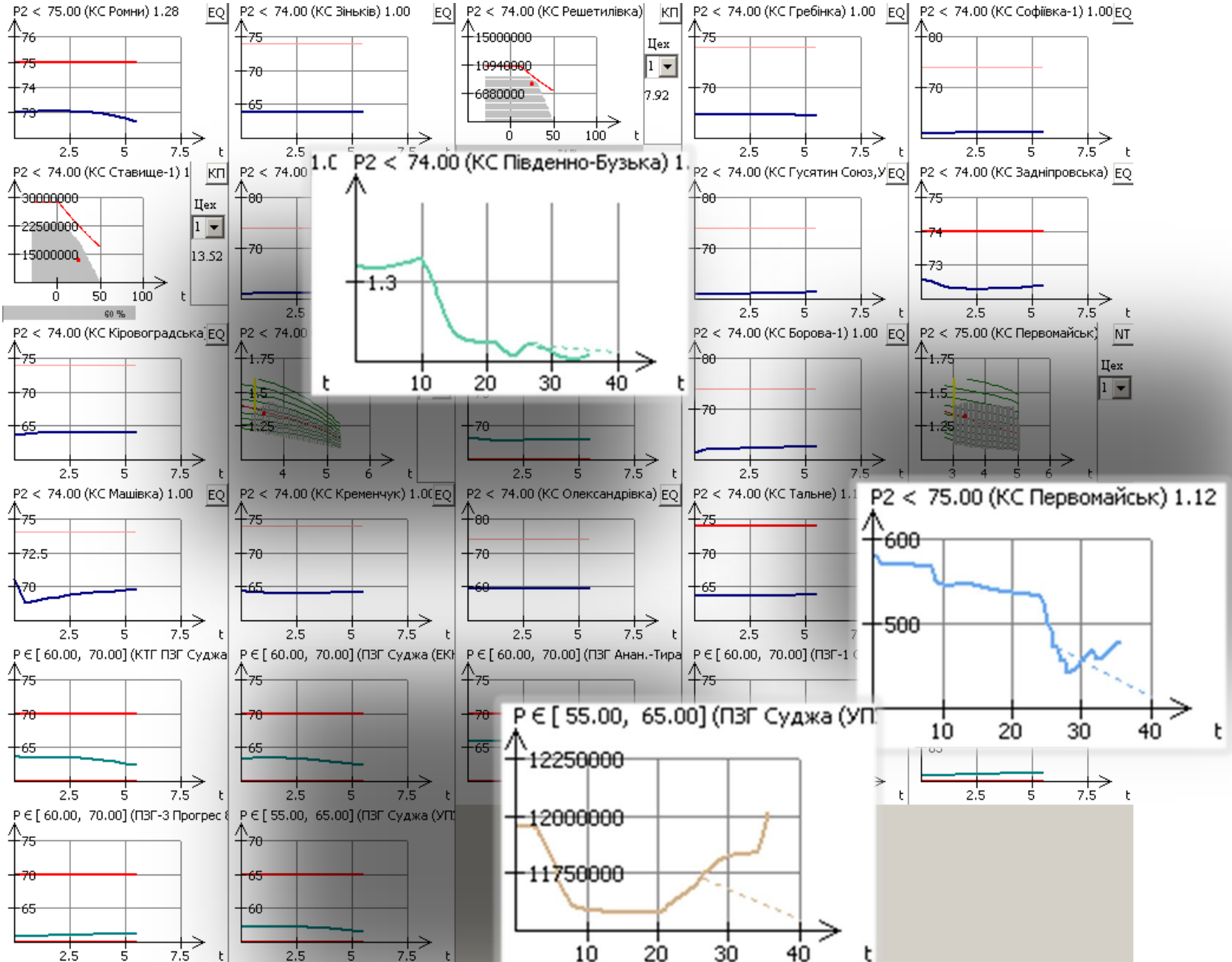
Критерії оптимальності, оптимального керування

Інтегральні режимні параметри підсистем та системи в цілому

Регламент проведення планових робіт / ліквідації нештатних ситуацій

Регламент роботи ГТС

Формування параметрів керування



Характеристика програмного модуля - розрахунок нестационарних режимів

математична модель ГТС для розрахунків нестационарних режимів включає моделі всіх об'єктів, які представлені на детальних технологічних схемах;

швидкодія та стійкість методу забезпечуються алгоритмом модифікації технологічної схеми згідно параметрів (їх можна міняти);

метод працює із врахуванням попередньо сформованого регламенту та з врахуванням наявних технічних та технологічних обмежень;

метод адаптивний до швидкості зміни газодинамічних параметрів;

у режимі «ручного» управління газопотоками користувачу доступні всі основні параметри управління компресорними станціями - продуктивність, оберти відцентрових нагнітачів, параметри газу на його входах та виходах тощо;

перед проведенням моделювання передбачено «посадку» системи на нестационарний режим

Характеристика програмного модуля - формування параметрів управління газопотоками

керування формується за умов досягнення технологічних меж, меж областей та коридорів зміни контрольованих параметрів;

технологічні межі формуються на основі прогнозу поступлення, відбирання газу та критеріїв оптимального керування;

можливі варіанти роботи - в автоматичному та в діалоговому режимі з вибором варіантів;

автоматичний режим формує регламент роботи компресорних станцій самостійно;

оптимальну багатопараметричну траєкторію руху газодинамічних процесів формує алгоритм оптимального планування режиму на основі прогнозної інформації;

швидкість перехідних нестационарних процесів регулюється швидкістю зміни параметрів газу на входах та виходах системи

Потенціал оптимізації

№ п/п	Фактор	Потенціал оптимізації до (%)	
1	Перерозподіл об'ємів акумульованого газу, наявного в системі, між окремими підсистемами, включаючи його зміну	5	
2	Вчасний перехід із дво-три-ступеневого стиску газу на одно-дво ступеневий стиск газу	23	
3	Перерозподіл потоків між цехами багатощехових КС	6 - 8	
4	Перерозподіл потоків газу між магістральними газопроводами	3 - 4	
5	Мінімізація кількості працюючих ГПА	3 - 11	
6	Перерозподіл витрати газу між однотипними ГПА	1	
7	Управління температурним режимом транспорту газу – охолодження газу АПО. Управління вентиляторами – кількістю та частотою обертання протягом року (економія в певні періоди можлива за електроенергією)	5 - 10 50	можливе збільшення пропускної здатності магістрального газопроводу до 3%
8	Нитки газопроводів на прохід		

Перспективні розробки

побудувати пікові режимні параметри роботи ПСГ в області зміни тиску в магістралі (для оперативного керування ПСГ);

перспективне та оперативне планування роботи ПСГ за різними критеріями (оптимальне та на піковість) на заданий період відбирання – нагнітання газу;

розрахунок параметрів температурного режиму транспортування газу в умовах нестаціонарних процесів (в тримірній постановці);

розробка програмного комплексу для управління тепловим режимом транспортування газу;

розрахунок – прогнозування калорійності газу на заданому відборі ГТС;

розрахунок вільних потужностей із врахуванням компонентного складу газу (калорійності газу);

логістичні системи для забезпечення ефективної взаємодії диспетчерських служб країн імпортерів та експортерів газу;

оцінка втрат газу на ділянках газопроводів (обґрунтувати реальні та сформувані нормативні дані);

розробка програмного комплексу для управління сумісною експлуатацією ПСГ і ГТС;

розробка програмного комплексу для проведення розрахунків параметрів газорідного потоку в трубопроводах при стаціонарних та нестаціонарних режимах роботи з тиском до 30 МПа;

розробка економіко–технологічної моделі та програмного комплексу для оптимізації фінансових та матеріальних ресурсів для забезпечення ефективної експлуатації системи транспортування та зберігання газу;

розробка автоматизованої системи рейтингового відбору енергозберігаючих проектів для впровадження на підприємствах ПАТ "Укртрансгаз";

економіко–технологічні оптимізаційні задачі реконструкції ГТС.

ПРОБЛЕМИ ДЛЯ ДИСКУСІЙ

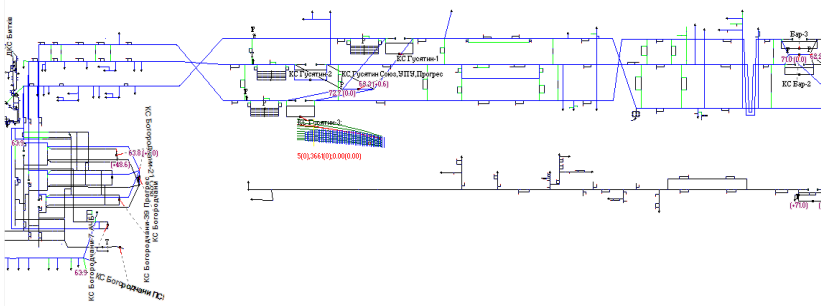
Оптимізація, оптимальне планування і оптимальне керування газодинамічними та фільтраційними процесами. Критерії оптимальності, принципи оптимального керування та їх реалізація в реальних умовах невизначеності

Дисбаланси, нормативи, методика та метрологія. Існуюча область невизначеності. Проблеми точності вимірювання, розрахунків та моделювання

Системна оцінка якості режиму. Порівняльний аналіз режимів

Оптимальне керування ресурсами на підтримку надійності транспортування та зберігання газу. Деградаційні процеси, модернізація, реконструкція та прогностичні сценарії роботи ГТС

Приклади застосування програмних комплексів



Сумарна продуктивність по трьох нитках (млн.м3/добу)	Витрата паливного газу (паралельно працюючі цехи) (млн.м3/добу)	Витрата паливного газу (один цех на прохід) (млн.м3/добу (зменш. витрати в %))
180	0,42	0,38 (11%)
210	0,53	0,50 (6%)
230	0,67	0,66 (2%)

Числові експерименти проведені на програмному комплексі для оцінки ефективності використання агрегатів фірми WARTSILA за паливним газом в порівнянні з існуючими агрегатами, при заданих тисках на вході та виході ДКС. На виході ДКС приймалося 5.5 МПа.

Відбирання газу (млн. м³)

Дні	Q ₁	Q _{1p}	Q ₂	Q _{2p}	%
10					
20	102,2	0,14			
30	106,8	0,18	100	0,27	164%
40	106,7	0,21	100	0,29	144%
50	106,5	0,26	100	0,34	140%
60	106,4	0,29	100	0,38	138%
70	106,3	0,32	100	0,46	154%
80	106,2	0,35	100	0,63	193%
90	102,8	0,36	100	0,66	186%
100	108,6	0,42	100	0,68	177%
110	101	0,42	100	0,71	172%
120	107,1	0,47	100	0,74	169%
130	100,8	0,47	100	0,77	165%
140	106,3	0,52	100	0,83	169%
150	102,4	0,62	100	0,85	139%

Дні	Q ₁	Q _{1p}	Q ₂	Q _{2p}	%
10	124,6	0,12			
20	127,8	0,23	122	0,32	145
30	128,9	0,33	122	0,44	139
40	127,7	0,43	122	0,8	194
50	128,5	0,57	122	1,04	191
60	123,8	0,73	100	0,8	136
70	113,2	0,78	100	0,91	131
80	101,6	0,78	95	0,95	131
90	95,1	0,78	89	0,97	132
100	81,5	0,73	81	0,95	131
110	70,9	0,63	66	0,76	130
120	66,9	0,63	61,5	0,72	125
130	57,3	0,63			
140	47,8	0,52			
150	43	0,47			
160	38,2	0,42			
165	38,2	0,42			

Нагнітання газу (млн. м³)

Основні результати стосовно ГТС

1. Запропонована математична модель газотранспортної системи, яка включає всі технологічні об'єкти, які задіяні в транспортуванні і зберіганні газу.
2. Розроблено методи розв'язання систем із різнотипних нелінійних рівнянь, розв'язки яких задовольняють технологічним мемам роботи основних об'єктів, які задіяні в транспортуванні газу.
3. Запропоновано алгоритм гідравлічного розрахунку багатоцехових компресорних станцій з різнотипними газоперекачуючими агрегатами (ГПА), що дозволило враховувати індивідуальні характеристики кожного ГПА і проводити аналіз впливу зміни режимних параметрів кожного ГПА на режим роботи КС в цілому.
4. Запропоновано алгоритм знаходження оптимальних режимних параметрів газопотоків, який враховує величину сумарного акумульованого газу в ГТС і в її частинах.
5. Розвинуто методи ідентифікації параметрів моделей і технологічного стану об'єктів, що дало можливість врахувати апріорну невизначеність умов їх функціонування і забезпечити необхідну точність планування параметрів режимів роботи ГТС.
6. Розв'язані задачі розрахунку нестационарних режимів руху газу з точністю, співмірною з точністю вимірювання режимних параметрів для ділянок газопроводів, які проходять по пересіченій місцевості.
7. Розроблені методи оптимізації складних газотранспортних систем, розроблені та реалізовані методи та принципи оптимального управління газопотоками в ГТС за умов нестационарних режимів.
9. Розроблено програмний комплекс, який забезпечив високий рівень автоматизації процесу розв'язування режимно-технологічних задач.
10. Проходить апробацію система формування параметрів оптимального керування газопотоками, із врахуванням існуючої ступені невизначеності, як за вхідними параметрами, так і параметрами стану об'єктів.

Основні результати стосовно ПСГ

розроблені нестационарні моделі і аналітично – числові методи для розрахунку та аналізу газодинамічних і фільтраційних процесів на технологічних об'єктах ПСГ;

побудовані нелінійні розподілені характеристики пластів, вибійних областей;

досліджено вплив параметрів перфораційних каналів і свердловин з відкритим вибоєм на роботу ПСГ;

досліджено взаємозв'язок геометричних, колекторських, фільтраційних властивостей з технологічними режимами експлуатації свердловин і пластів при врахуванні впливу всіх основних факторів;

розв'язано повний набір прямих та обернених режимних задач

проведені комплексні чисельні дослідження ПСГ на багаторічних заміряних даних, показали, що в багатьох випадках, існує невідповідність раніше прийнятих інтерпретацій параметрів пластів реальним.

Розроблені ітераційні процедури забезпечили достатню точність розрахунку розподілених параметрів (тиску, проникності і т.д.) і з необхідною точністю контролюють параметри матеріального балансу в пластах ПСГ.

Двовірна модель фільтрації газу в пористих неоднорідних пластах цілком задовольняє на даний час, по точності й оперативності, диспетчерські розрахункові задачі.

Результати проведених досліджень ПСГ

для більшості свердловин коефіцієнт якості розкриття пластів значно менше одиниці;

існує потенціал збільшення продуктивності окремих свердловин, зв'язана з проведенням додаткової перфорації і розбурюванням вибійної зони;

потенціал збільшення продуктивності пласту ПСГ у цілому не завжди зв'язаний з потенціалом збільшення продуктивності свердловин; існує гранична межа економічної доцільності нарощення щільності перфораційних каналів свердловин;

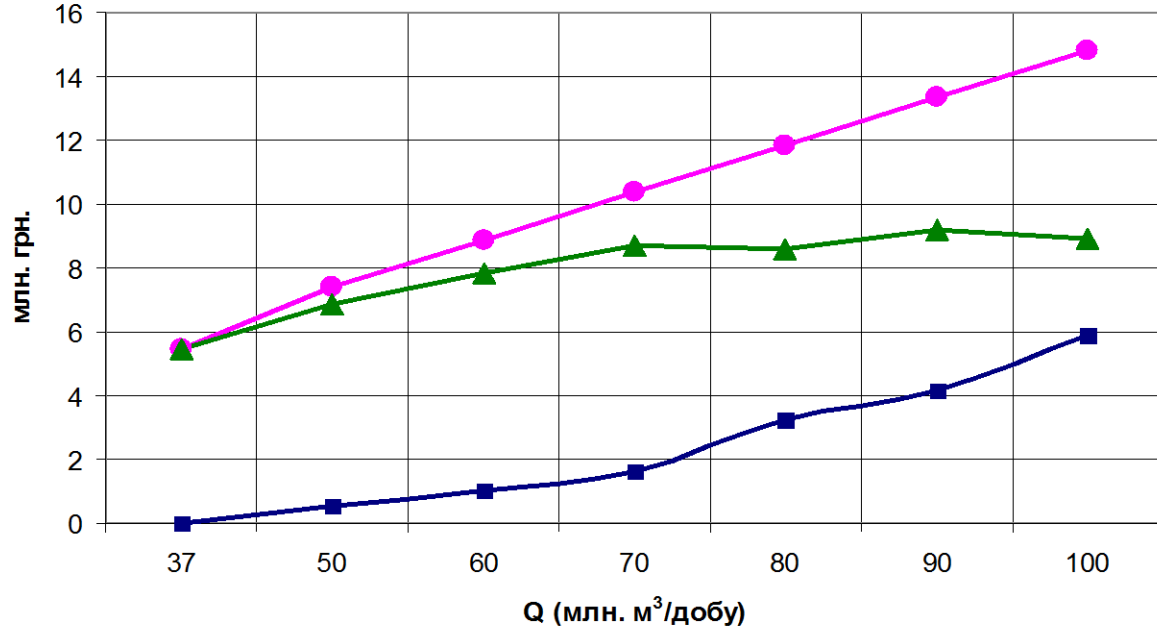
для окремих свердловин розбурювання вибійної зони в горизонтальних границях 0,2-0,6 м може привести до збільшення дебіту в середньому в **2,5** рази;

сумарний ефект збільшення продуктивності газосховищ зі свердловинами з відкритим вибоєм може складати до **25%** продуктивності газосховища встановленого на основі теоретичних розрахунків;

використання потенціалу відкритого вибою залежить не тільки від характеристик пласту, але і від гідравлічних характеристик об'єктів ПСГ (їхньої пропускнує спроможності);

відкритий вибій дає в середньому **15%** збільшення піковості ПСГ і **20%** зменшення сумарного часу на відбір газу без збільшення на це паливно - енергетичних витрат.

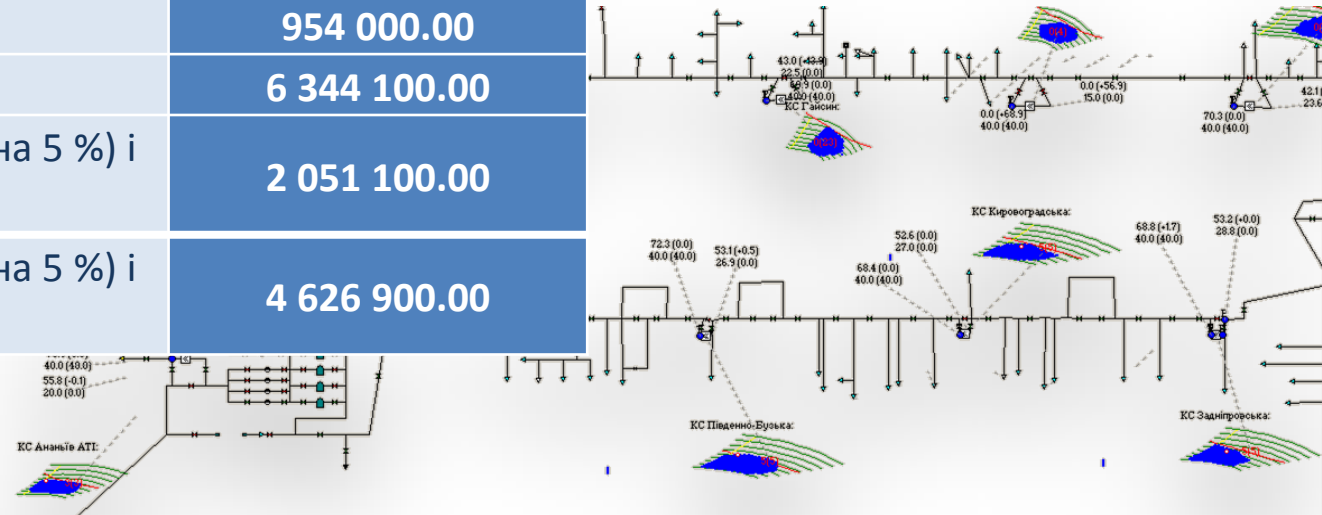
Приклади застосування програмних комплексів



Графіки залежності вартості паливного газу від продуктивності газопроводу.

- 1 - затрати на транспорт
- 2 - вартість транзиту
- 3 - різниця між 2-им та 1-им графіками (прибуток)

ЗАХОДИ	ЕФЕКТ (грн.)
Заміна ВН	954 000.00
Заміна ГПА	6 344 100.00
Збільшення тиску на вході КС (на 5 %) і заміна ВН	2 051 100.00
Збільшення тиску на вході КС (на 5 %) і заміна ГПА	4 626 900.00



Характеристика об'єкту дослідження

ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ ТСИСТЕМИ ДК "УКРТРАНСГАЗ"

ПАРАМЕТРИ ГТС	ОДИНИЦІ ВИМІРУ	КІЛЬКІСТЬ
ДОВЖИНА ГАЗОПРОВІДІВ, УСЬОГО В Т.Ч.:	ТИС. КМ	38.579
• магістральних газопроводів		22.148
• газопроводів - відгалужень		13.363
• розподільчих газопроводів		3.068
ПРОДУКТИВНІСТЬ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ:	млрд. м ³ /рік	
• на вході		287.7
• на виході		178.5
• у тому числі до країн Європи		142.5
• до країн СНД	36.0	
КІЛЬКІСТЬ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ (КОМПРЕСОРНИХ ЦЕХІВ)	ШТ.	72 (110)
КІЛЬКІСТЬ ГАЗОПЕРЕКАЧУЮЧИХ АГРЕГАТИВ	ШТ.	702
КІЛЬКІСТЬ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ (ПСГ)	ШТ.	12
ЗАГАЛЬНА ЄМНІСТЬ ПСГ	млрд.м ³	30.95
КІЛЬКІСТЬ ГАЗОРОЗПОДІЛЬЧИХ СТАНЦІЙ	ШТ.	1 449

Математична модель системи пласт – магістраль

Модель газового потоку в трубі

$$P(x) = \varphi_1(P_i, T_i, q_{ij}, D_1, \lambda_{ij}, x) \quad T(x) = \varphi_2(P_i, P_j, T_i, q_{ij}, D_2, K_T, x) - (i, j) \in M \quad T_i \leq T_{\max} \quad P(x) \leq P_{\max}(x)$$

Модель газового потоку, що проходить через компресорну станцію

$$P_j = \varphi_3(q_{ij}, T_i, P_i, D_3, G, n^-), T_j = \varphi_4(T_i, P_i, P_j, D_4, \eta), Q_i^- = \varphi_5(P_j, T_j, D_5, K_S, N) - (i, j) \in L \quad \begin{matrix} q_{\min} \leq q_{ij} \leq q_{\max} & n_{\min} \leq n \leq n_{\max} \\ T_j \leq T_{\max} & N \leq N_{\max} \end{matrix}$$

Модель місцевого опору

$$P_j - P_i = \Delta P = \varphi_6(\rho, v, D_6), T_j = \varphi_7(T_i, \Delta P, D_{di}, D_7), (i, j) \in K$$

Модель редуктора

$$q_{ij} = \varphi_8(P_i, P_j) = \begin{cases} P_i \geq P_j, q_{ij} = Q \\ P_i < P_j, q_{ij} = 0 \end{cases}, (i, j) \in R_Q$$

Модель регулятора витрати

$$q_{ij} = \varphi_9(\Delta P), \Delta P = P_i - P_j \quad (i, j) \in R_q$$

Модель незворотного клапана

$$q_{ij} = \varphi_{10}(P_i, P_j) = \begin{cases} q_{ij}, P_i > P_j \\ 0, P_i \leq P_j \end{cases}, (i, j) \in R_p$$

Рівняння балансу масової витрати

$$\sum_i m_{ij} + \sum_k m_{jk} = 0, j \in V$$

Рівняння стану суміші газу

$$P \sum_k V_k = \sum_i x_i (PV)_i + \sum_j \sum_k x_j x_k F_{jk}(T, \rho), PV = Rf(T, \rho)$$

Рівняння теплового балансу

$$T_j \sum_k q_{jk} - \sum_i q_{ij} T_i = 0, j \in V$$

Модель пласта підземного сховища із зосередженими джерелами

$$\varphi_{11}(x, y, p, T, \rho, h, k, m, \alpha, \Gamma, \{x_i, y_i, q_i\}) = 0$$

Модель вибою свердловини

$$\varphi_{12}(p_{пл,i}, p_{внб,i}, q_i, A_i, B_i) = 0$$

Моделі сепараторів, пиловловлювачів та інших технологічних об'єктів

$$\varphi_{13}(F, \Delta p, q_{ij}) = 0$$

Притік газу до вибою свердловини

$$-d \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = \frac{\mu}{\pi h k p_0} \frac{q_0}{F} dF + \beta \frac{\rho_0}{\pi p_0 dh} \frac{q_0^2}{F^2} dF,$$

$$\beta = \frac{12 \cdot 10^{-5} d^3}{m k^{3/2}}$$

вибійна область – характеризується параметром k_b розкриття вибою та параметром k_{nl} привибійної області пласту

$$p_{nl}^2 - p_b^2 = A q_0 + B q_0^2, \quad A = \frac{A_1}{k_{nl}} + \frac{A_2}{k_b}, \quad B = \frac{B_1}{k_{nl}^{3/2}} + \frac{B_2}{k_b^{3/2}}$$

$$A_1 = \frac{\mu p_0}{\pi h_x} \ln \frac{R_k h}{R_c h_x}$$

$$A_2 = \frac{\mu p_0}{\pi h_x} \ln \frac{R_c}{r_{k1} l_{k1} n_{01} + r_{k2} l_{k2} n_{02}}$$

$$B_1 = 12 \cdot 10^{-5} \frac{\rho_0 p_0}{2\pi^2 h_x} \frac{d^2}{m} \left(\frac{1}{R_c h_x} - \frac{1}{R_k h} \right)$$

$$B_2 = 12 \cdot 10^{-5} \frac{\rho_0 p_0}{2\pi^2 h_x^2} \frac{d^2}{m} \left(\frac{1}{r_{k1} l_{k1} n_{01} + r_{k2} l_{k2} n_{02}} - \frac{1}{R_c h_x} \right)$$

Розрахунок розподілу тиску $p(x, y, t)$ в пласті - колекторі

Рівняння фільтрації газу в пористому середовищі

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{kh}{\mu z} \frac{\partial p^2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{kh}{\mu z} \frac{\partial p^2}{\partial y} \right) = 2mh \left(\frac{\partial p}{\partial t} \frac{1}{z} + 2qp_{am} \right)$$

Умови балансу газу

$$Q_{зан} = \frac{T_{am}}{P_{am}} \int_0^F \int_0^h \frac{p m}{T z} dF dh \approx \frac{T_{cm}}{P_{cm}} \frac{\bar{p}}{\bar{T} \bar{z}} \bar{m} \bar{h} F$$

Густина відбору визначається формулою

$$q = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^I q_i \delta(x - x_i^0) \delta(y - y_i^0) \delta(z - z_i^0) [\eta(t - t_{1i}) - (t - t_{2i})].$$

Рівняння фільтрації на границі області задовольняє крайові умови

$$\Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2$$

умову Діріхле на

$$p(\bar{x}) = p_1, \quad \bar{x} \in \Gamma_1$$

умову Неймана на

$$\Phi p(\bar{x}) = 0, \quad \bar{x} \in \Gamma_2$$

$$\Phi p \stackrel{def}{=} \frac{k \cdot h}{\mu \cdot z} \frac{\partial p}{\partial x} \nu_x + \frac{k \cdot h}{\mu \cdot z} \frac{\partial p}{\partial y} \nu_y; \quad \nu_x = \cos(\nu, x), \quad \nu_y = \cos(\nu, y)$$

Основні задачі

1. Розрахунок розподілу тиску в пласті - колекторі

2. Ідентифікація параметрів пластів – колекторів

3. Розрахунок контуру поширення азоту за умов його не змішування з природнім газом

4. Розрахунок концентрації азоту за умов його змішування з природнім газом

5. Фільтрація газу та води в околі зосереджених джерел утвореними горизонтальними та вертикальними свердловинами (підтягування конусу води)

6. Фільтрація газу за умов прояву водонапірного режиму (розрахунок поширення контурної води в зону знаходження газу. Поршневе витіснення газу водою)

7. Відтворення невідомих параметрів джерел газу за відомими концентраціями наявних вуглеводнів у воді, на поверхні ґрунту та в повітрі

Розподіл активного газу між газосховищами

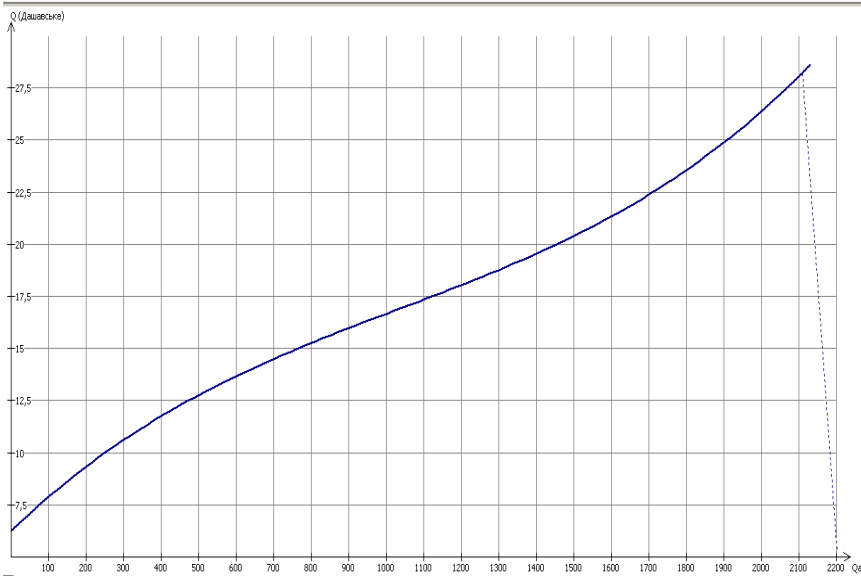


Рис. 1. Функція піковості Дашавського ПСГ

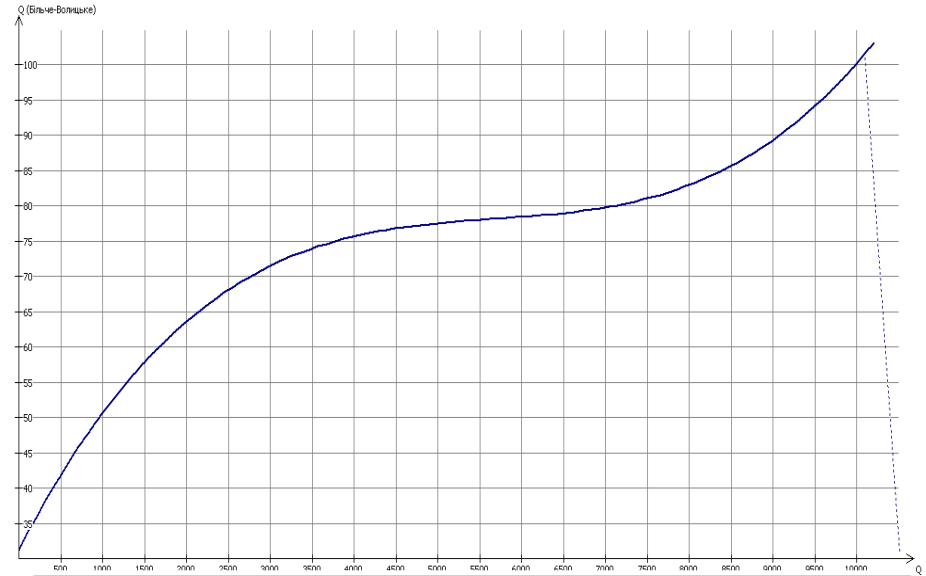


Рис. 2. Функція піковості Більче-Волицького ПСГ

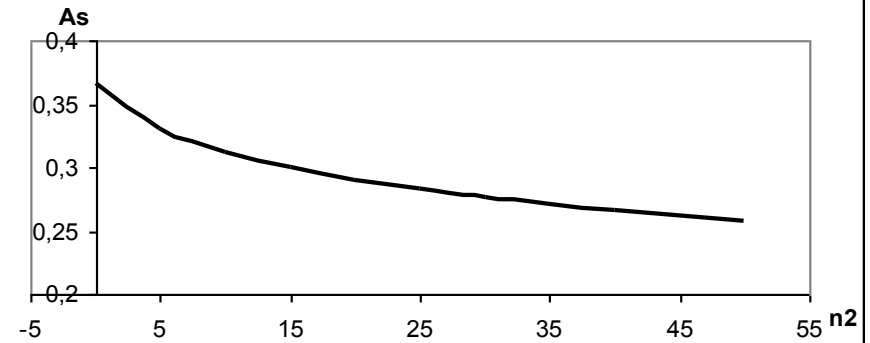
Оптимальний розподіл 12545.00 млн. газу між 5 газосховищами

	Назва ПСГ	$C1 \cdot x^3$	$C2 \cdot x^2$	$C3 \cdot x$	$C4$	Загальний об'єм	Активний об'єм	Розв'язок	Піковість	Піковість (розв)
<input checked="" type="checkbox"/>	Більче-Волицьке	2,300891947408631	-3,92197191505235	0,02311748708807	31,2377622377604	10200	0	6386	31,2377622377604	78,8456538653109
<input checked="" type="checkbox"/>	Угерське-14-15	-1,16913362190966	1,74104873688454	0,00051800051800	3,91188811188811	1230	0	980	3,91188811188811	10,1367685698438
<input checked="" type="checkbox"/>	Угерське-16	3,45609083288052	-7,36517642849631	0,00510187538845	11,3132867132868	1989	0	1989	11,3132867132868	21,2666666666664
<input checked="" type="checkbox"/>	Дашавське	3,23629816871344	-1,00573895455874	0,01722898905997	6,25734265734256	2130	0	2130	6,25734265734256	28,6000000000002
<input checked="" type="checkbox"/>	Опарське	-3,98405926595767	2,97899494342125	0,00793256023381	3,9986013986014	1195	0	1060	3,9986013986014	11,0092356341701

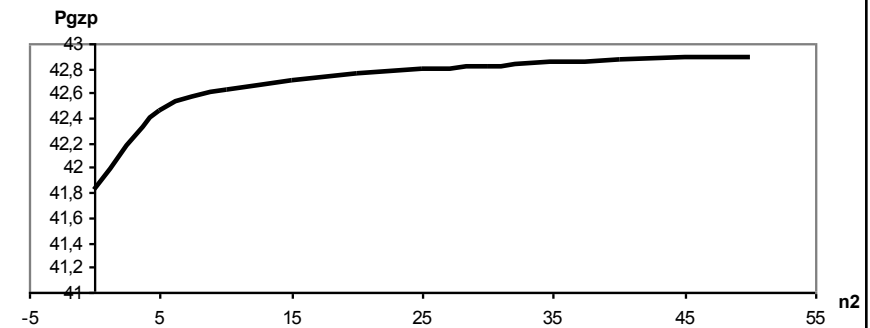
Загальна піковість становитиме: 149,8 млн. м³/добу

Вплив додаткової перфорації

1. Залежність зростання середніх тисків на вході в ГЗП P_{gzp} від густини додаткової перфорації n^2



2. Залежність середнього значення фільтраційного коефіцієнта A від густини додаткової перфорації n^2



3. Залежність середнього значення фільтраційного коефіцієнта B від густини додаткової перфорації n^2

