

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕРМИНОЛОГИИ И МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВОВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФРАКЦИЙ УВС И ПРОДУКТОВ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ

Омельченко О.А. – ООО «Газпром Проектирование»;
Касперович А.Г. - ООО «Газпром Переработка»

1. Неоднозначная и нередко противоречивая терминология
2. Отсутствие унифицированной методологии и надежного контроля точности экспериментального определения компонентно-фракционных составов
3. Отсутствие методологии обоснованного выбора процедуры определения и формата составов в зависимости от назначения получаемой информации
4. Отсутствие методологии исследования и моделирования свойств фракций в форматах КФС, несоответствие их фракциям разгонки, выделяемым для экспериментальных исследований физико-химических свойств
5. Отсутствие единой унифицированной методологии отбора проб, рекомбинации и PVT-исследований добываемых флюидов и моделирования пластовых флюидов

В качестве примера приведем термины «групповой состав» и «группа» (углеводородов). Существуют явные противоречия.



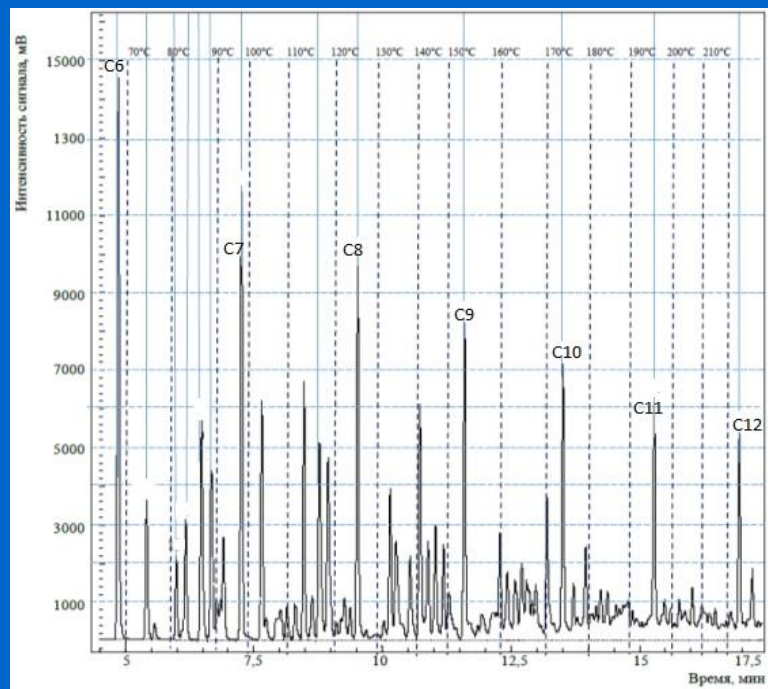


Рис. – Фрагмент хроматограммы, показана разметка формирования фракций Т-типа и по ЧАУ

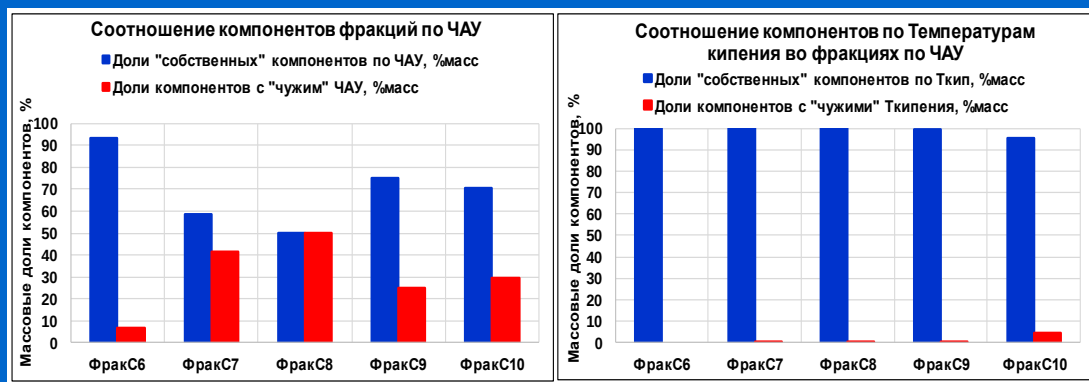


Рис. – Распределение компонентов фракций по ЧАУ по номиналам числа атомов углерода в молекулах компонентов и по температурам кипения компонентов

Отсутствие унифицированной методологии и надежного контроля точности экспериментального определения КФС

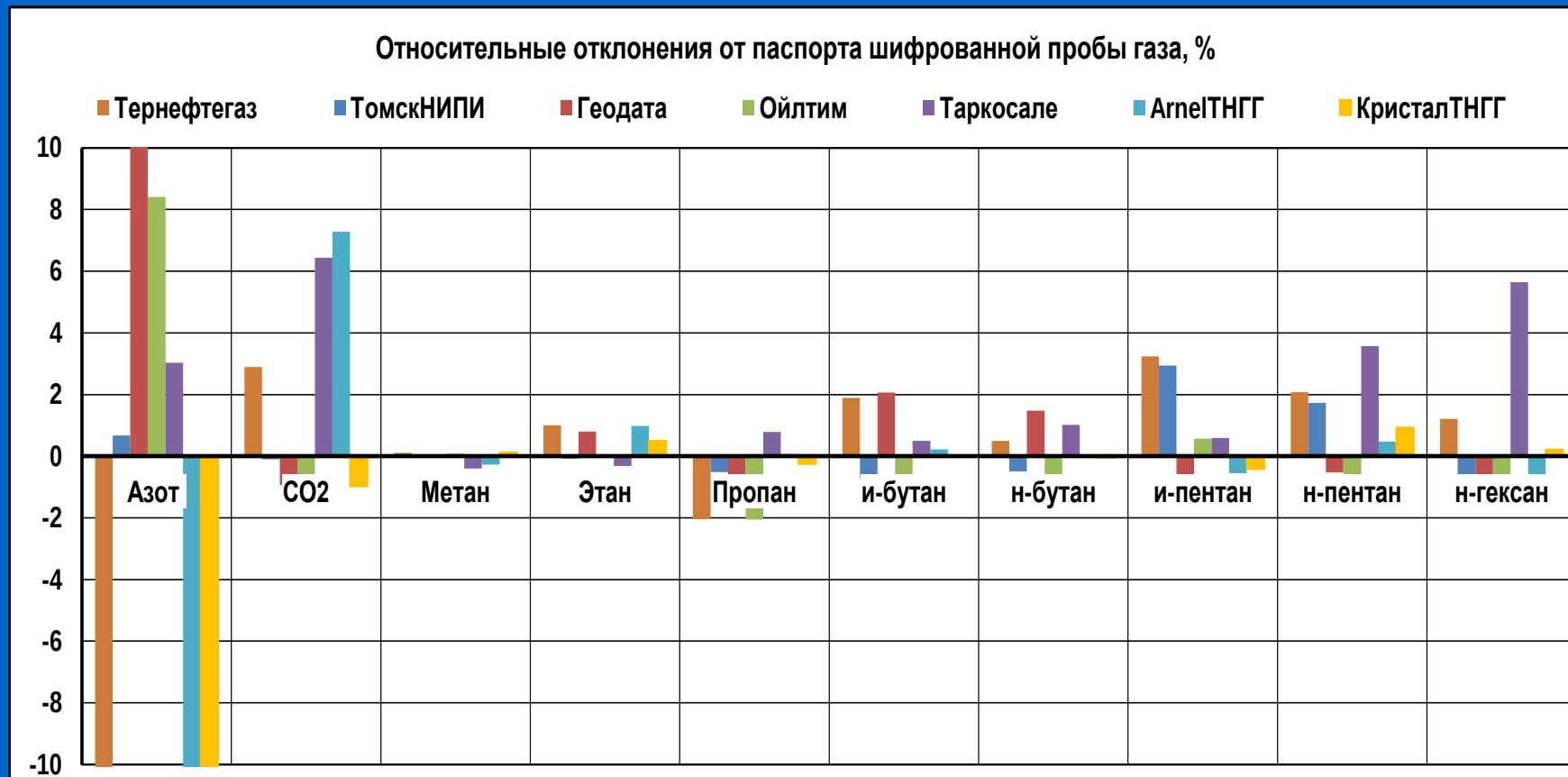


Рис. Сравнение результатов хроматографических определений составов шифрованных проб газа (аналогов ГС и ГД) в различных лабораториях

Отсутствие унифицированной методологии и надежного контроля точности экспериментального определения КФС

Относительные отклонения от паспорта шифрованной пробы НЖУ, %

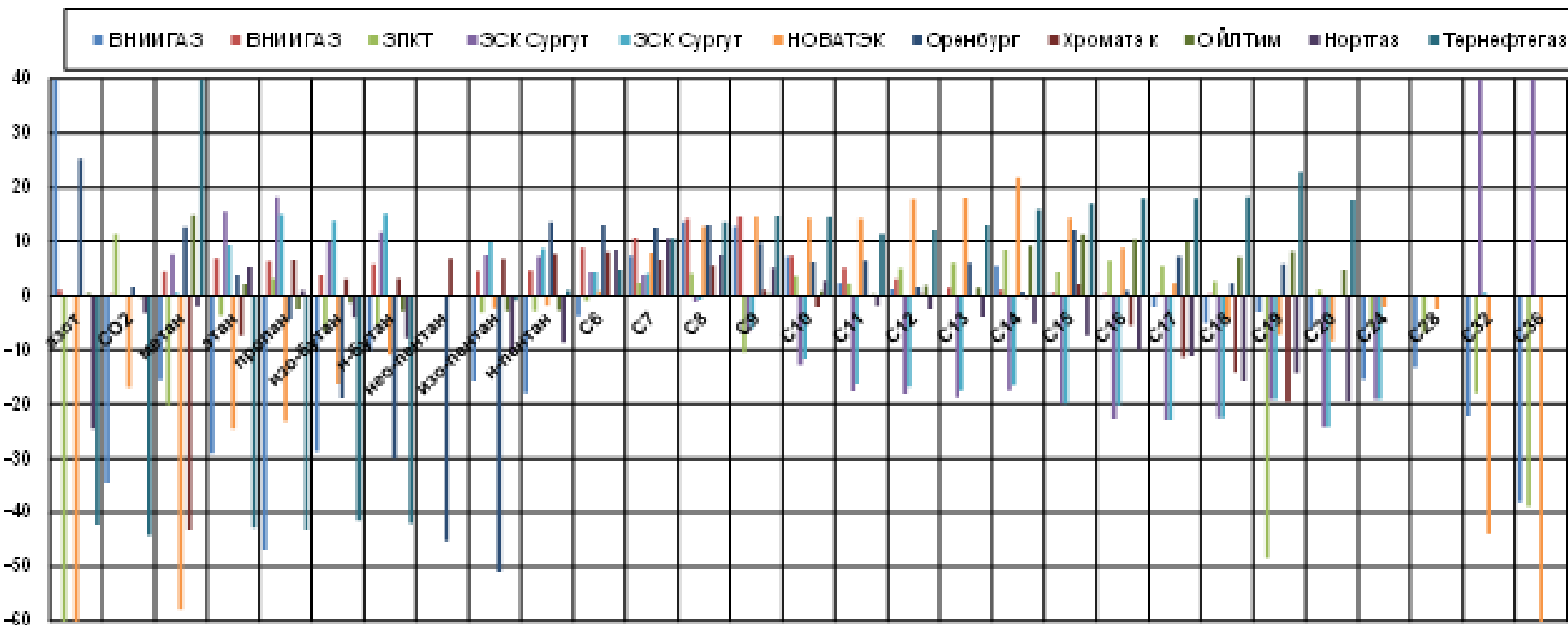


Рис. Сравнение результатов экспериментального определения КФС НЖУ в различных лабораториях (отклонение от паспорта шифрованной пробы)

Отсутствие унифицированной методологии и надежного контроля точности экспериментального определения КФС

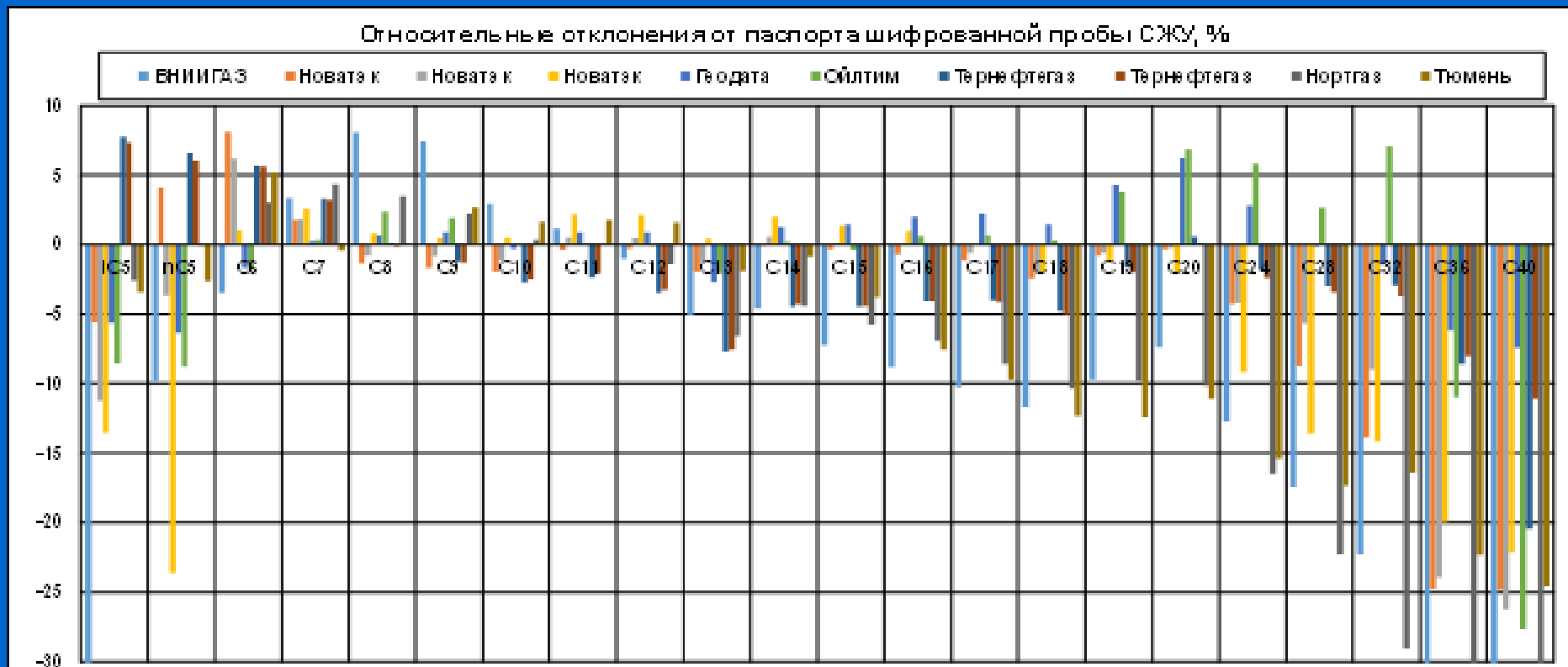


Рис. Сравнение результатов экспериментального определения КФС СЖУ в различных лабораториях (отклонение от паспорта шифрованной пробы)

Косвенные методы контроля и оценки точности определения КФС – сравнение экспериментальных значений ФХС (плотности, вязкости, коэфф-та преломления и т.д.) с расчетными значениями тех же свойств по заданному КФС. Внимание! Есть возможность осуществления и обратного контроля (контроль приборов)

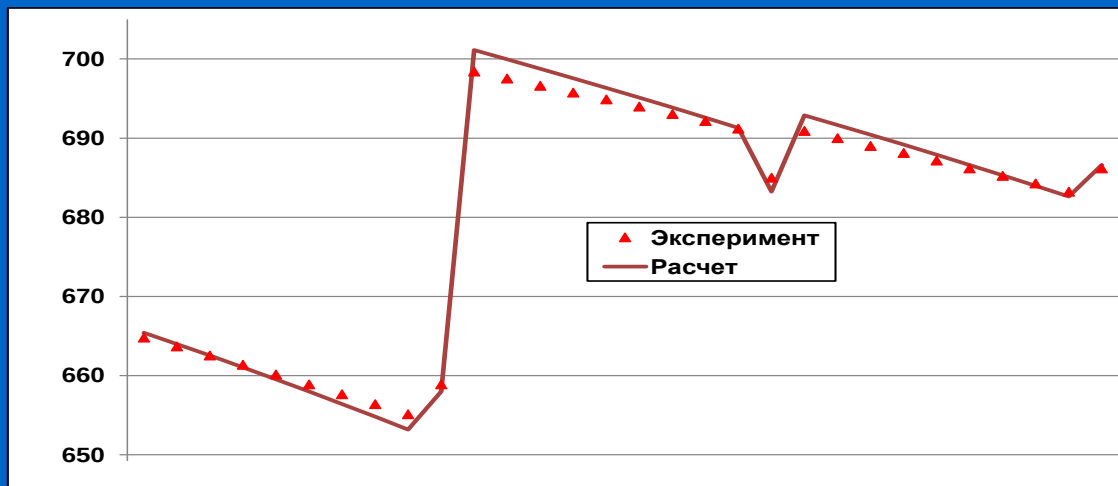


Рис. Сравнение результатов экспериментального определения и расчетов плотности по КФС сырья Сургутского ЗСК при различных температурах и давлениях

Косвенные методы контроля и оценки точности определения КФС

– по комплексному сравнению рассчитанных по КФС и полученных фактически балансов переработки и качества продукции (специальные настраиваемые имитационные модели установок, учитывающие погрешности измерений)

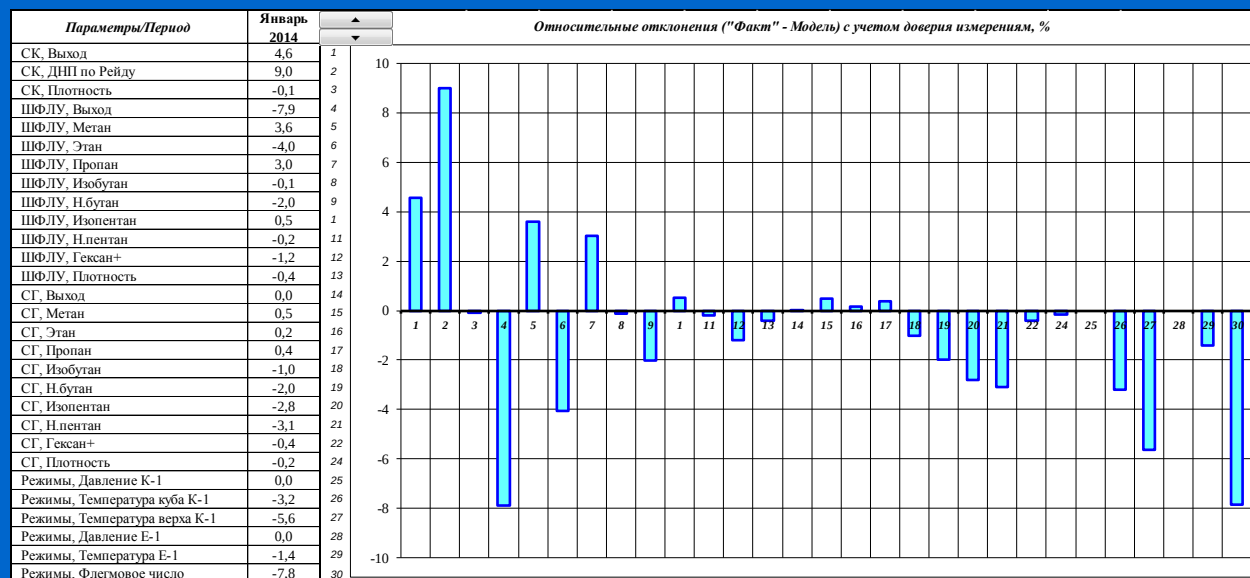


Рис. Сравнение результатов адаптационных расчетов установки стабилизации конденсата Сургутского ЗСК по ее модели с производственными балансами и данными аналитического контроля потоков

Косвенные методы контроля и оценки точности определения КФС – использование имитационных моделей эксперимента (экспресс-методик). На данный момент разработаны три модели дегазации, разгонка Энглера (в дополнении, например, методики ГОСТ Р 57851.1-4 -2017).

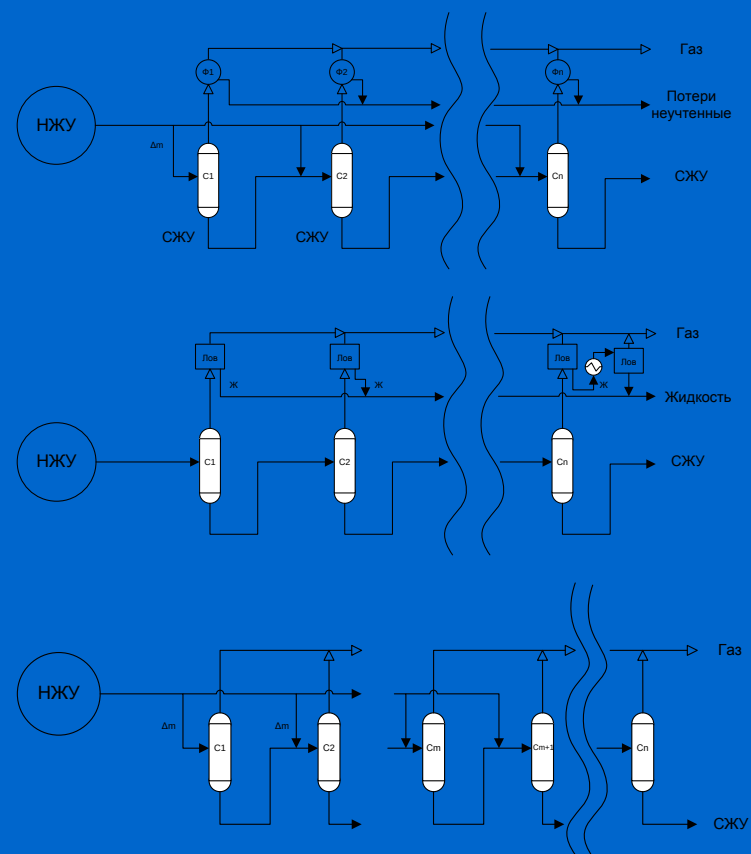


Рис. Методы дегазации:

- Методика разгазирования при постоянных давлении и температуре ($P_c T_c$)
- Методика разгазирования при переменных давлении и температуре. ($P_v T_v$)
- Модифицированная методика разгазирования при постоянных давлении и температуре (микроразгазирование) ($P_c T_v$)

Мероприятия по совершенствованию методики контроля достоверности определения КФС согласно ГОСТ Р 57851.1-4-2017.

- Опытно-промышленные испытания методик градуировки в нескольких аккредитованных лабораториях (предпочтительно научно-исследовательского и методического профиля).
- Особое внимание при этом уделить исследованиям процедуры тестирования соответствия «теоретических» значений коэффициентов чувствительности паспортным значениям (по КФС стандартного образца), альтернативной прямой градуировке, предусмотренной в ГОСТ Р.
- Существует необходимость проверки градуировки хроматографов с помощью эталонных образцов, созданных отдельными предприятиями на базе стандартных образцов. Это существенно сокращает затраты лабораторий и может максимально приблизить градуировочную смесь к реальным флюидам.
- Вышеупомянутый ГОСТ Р не охватывает флюиды тяжелых УВ потоков (нефть, ачимовские конденсаты), т.е. необходима разработка аналогичной методики для данных флюидов

- Составы УВС могут представляться в различном виде и с различной детализацией.
- Индивидуальные компоненты представляют до 50 °С температуры кипения. Далее чаще всего в КФС идут фракции
- Фракции могут быть представлены в виде: ранжирования по ЧАУ, ранжирование по диапазонам температуры кипения (как правило 10 °С).
- Без представления не углеводородных ИК («прячут» в метан) и с ними. Выделение ароматических УВ отдельно или нет. Либо фракции ЧАУ могут быть с разбивкой PNA. Многообразие представлений велико.

Отсутствие методологии обоснованного выбора процедуры определения составов и их форматов в зависимости от назначения получаемой информации

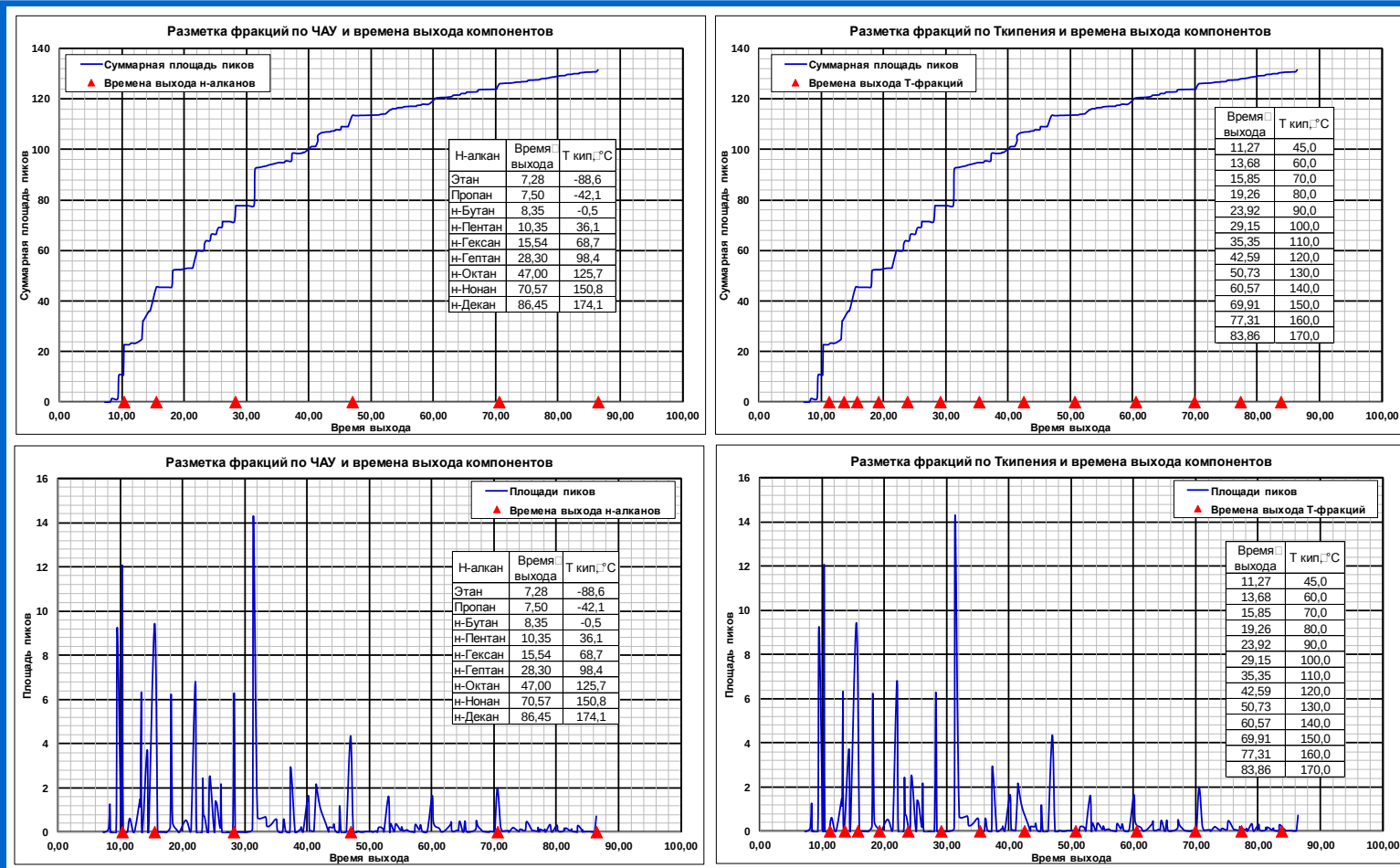


Рис. – Схема формирования фракций по ЧАУ и Т-фракций

Рациональное применение форматов (в первом приближении)

Фракции
по ЧАУ



- Гидродинамическое моделирование разработки, (с малым количеством компонентов), систем сбора
- Паспортизация продукта в тех. процессах
- Расчет ФХС, показателей качества и т.п.

Т-фракции



- Моделирование процессов промышленной подготовки, переработки (ректификации).
- Расчет ФХС, необходимых в модельных расчетах и т.д.
- Существует возможность конвертации ЧАУ-фракций в Т-фракции и наоборот при наличии специальных баз по типам сырья

Таблица. Области применения различных форматов составов жидких УВ

Формат состава	Определяемые:			Область применения
	Потоки	Компоненты	Псевдокомпоненты	
КФС	Сырье по технологическим переделам (ЖУ)	НУ, С1 - С5	С6 - С44, С45+	Мониторинг, планирование, программы реконструкции и развития, проектирование
			45 - 550, 550+	
КФС	Сырье, полупродукты и продукты установок (ЖУ)	НУ, С1 - С5	С6 - С44, С45+	Обследование технологических установок
			45 - 550, 550+	
ИТК	Сырье (СЖУ)	НК, доли отгона, КК, остаток, потери		Отбор узких фракций для исследований ФХС псевдокомпонентов
КС	Сырье, промежуточные и товарные продукты (НЖУ)	НУ, С1 - С5	С6+	Аналитический контроль, паспортизация
Энглер	Сырье, промежуточные и товарные продукты (СЖУ)	НК, доли отгона, КК, остаток, потери		Аналитический контроль, паспортизация
КС + ГС	Первичные и вторичные бензиновые фракции (СЖУ)	НУ, С1 - С10	180+	Мониторинг, планирование, проектирование, паспортизация

Цель нового НД - выявление оптимальных методов определения составов, форматов их представления в зависимости от назначения (целей использования)



Управленческий эффект
(уровень качественных рекомендаций)



Методика оценки экономических затрат с помощью теории управления рисками (в тех. процессах, моделировании и т.д.):

1. Качественные риски (изложение рисков по типу «дорожной карты»).
2. Исследование типовых сценариев применения составов и создание методики (алгоритма) оценки количественными рисками – метод Монте-Карло, экспертная оценка.

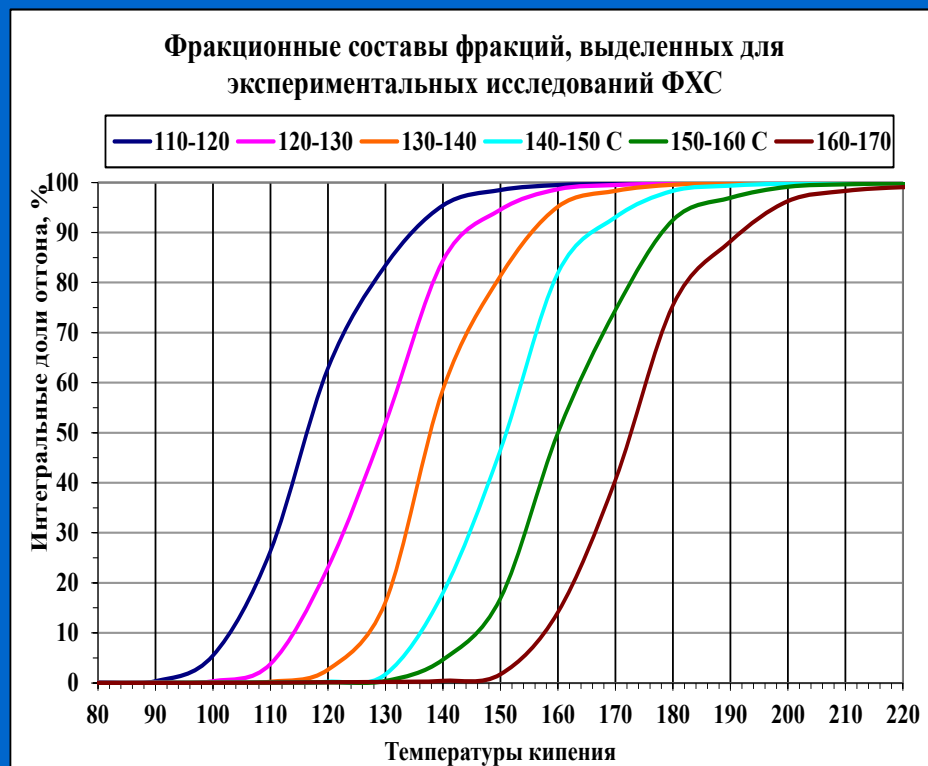


Рис. - Узкие фракции хроматографического определения и фракции, выделенные методом фракционной разгонки

Отсутствие методологии исследования и моделирования свойств фракций в форматах КФС, несоответствие их фракциям разгонки, выделяемым для экспериментальных исследований ФХС

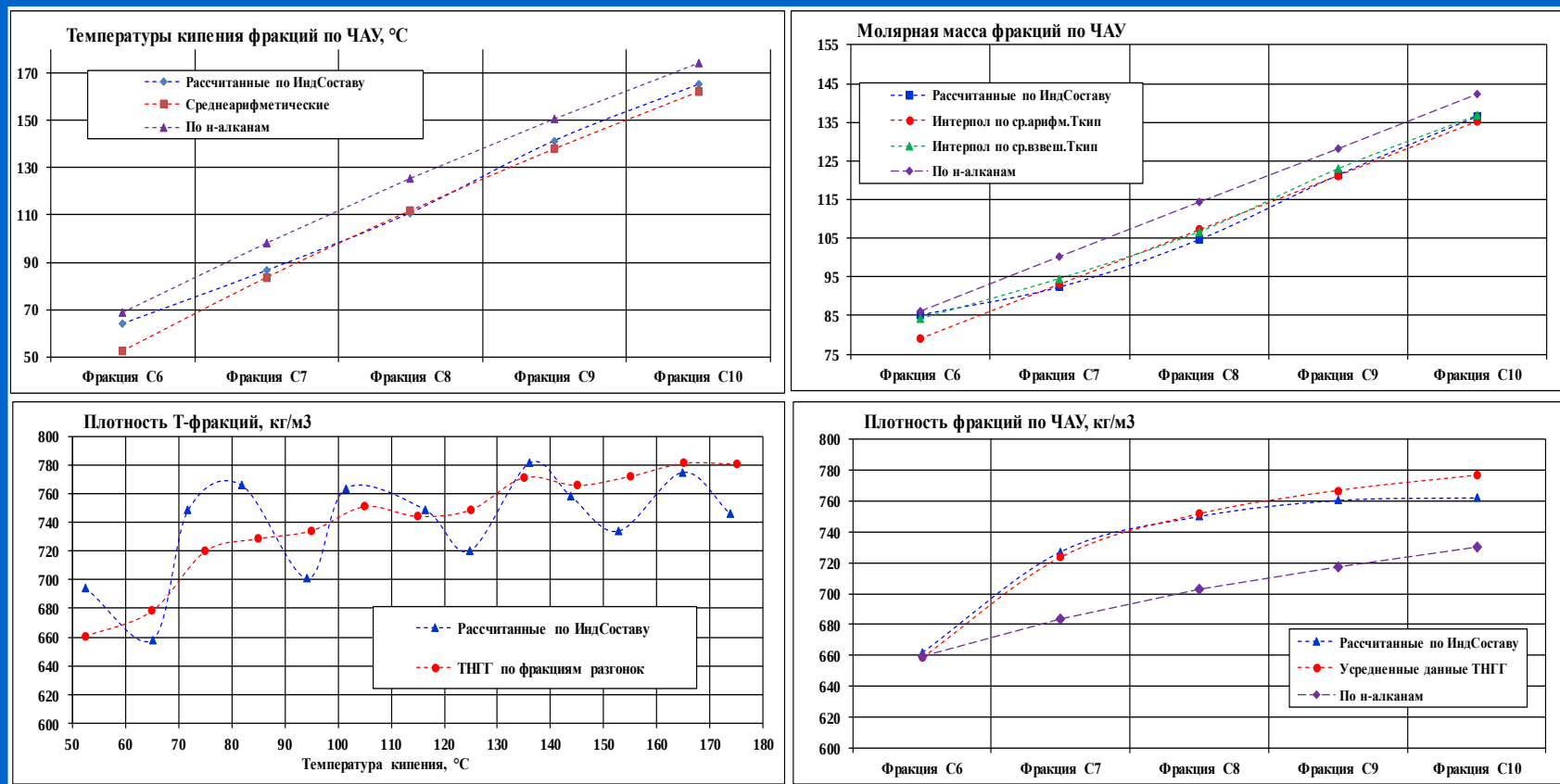
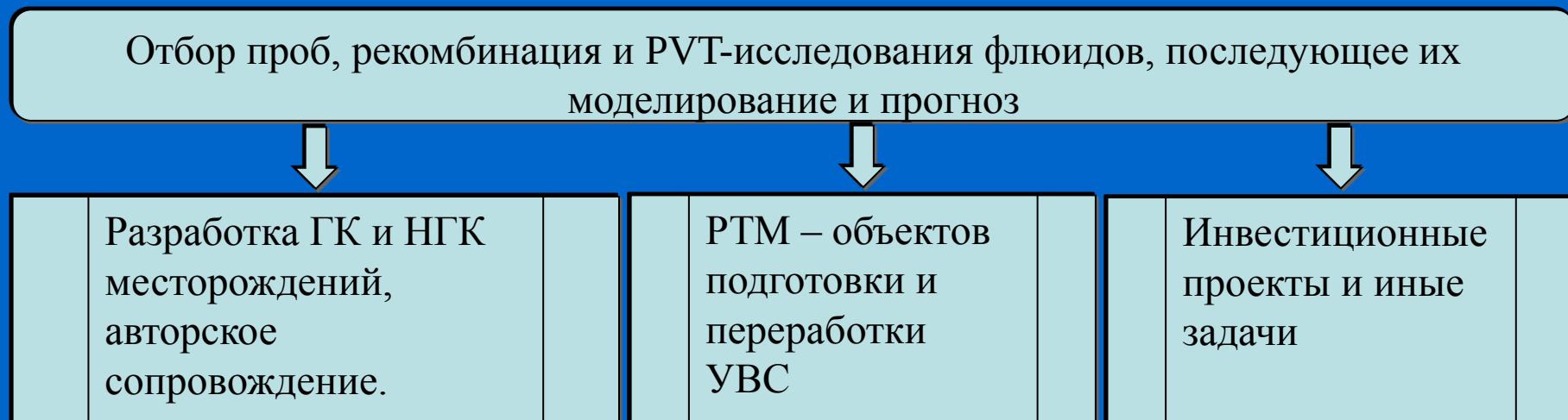
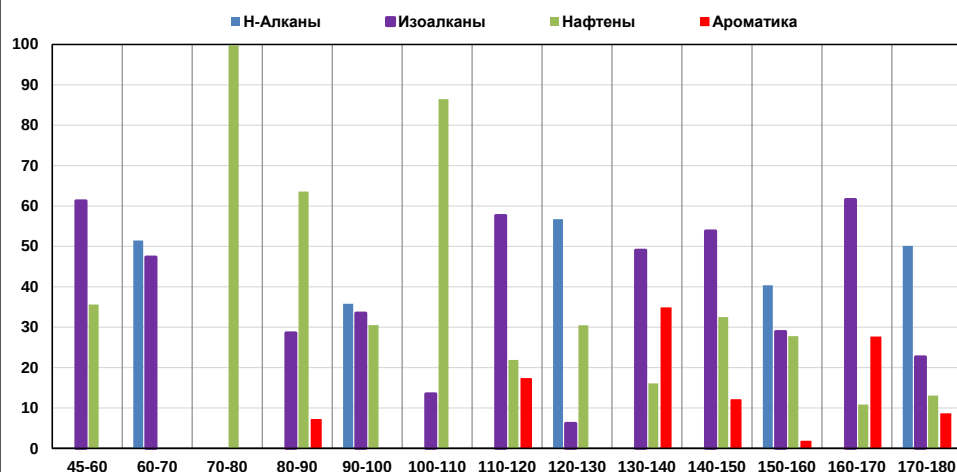


Рис. – Сравнение свойств фракций, полученных различными способами



- Регламенты на проведение такого рода исследований не однозначны, существует специфика для типов флюидов. Тем не менее приходится работать одновременно с разными их типами.
- Нет четких требований обязательного определения КФС флюидов в экспериментах (дифф. конденсация и т.п.), результаты их моделирования расходятся

Групповые составы Т-фракций УВС северных месторождений Западной Сибири



**ДНА-метод исследования - определение
ИС и ГС фракций (до 180-200 °C) по
данным лаборатории ТРЦИПС (г. Тюмень)**

Рис. – Пример группового состава Т-фракций

Групповые составы фракций по ЧАУ северных месторождений Западной Сибири

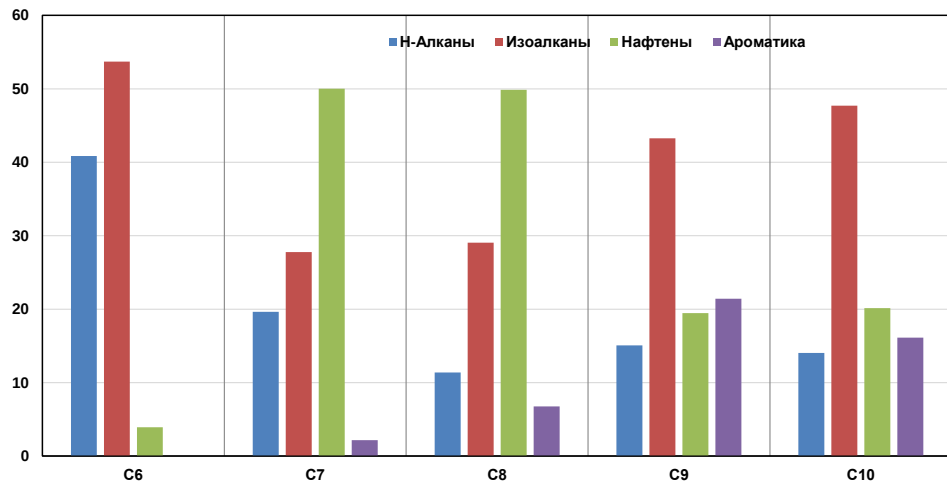
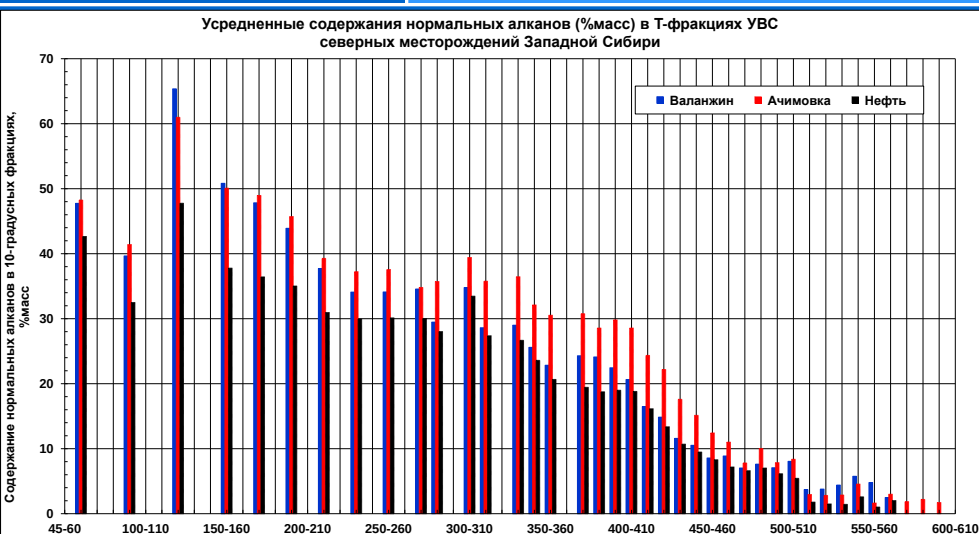


Рис. – Пример группового состава ЧАУ-фракций



Методика определения н-алканов по данным лаборатории ТРЦИПС (г. Тюмень)

Рис. – Пример усредненного содержания н-алканов Т-фракций составов Западной Сибири

Рис. – Пример усредненного содержания н-алканов ЧАУ-фракций составов Западной Сибири

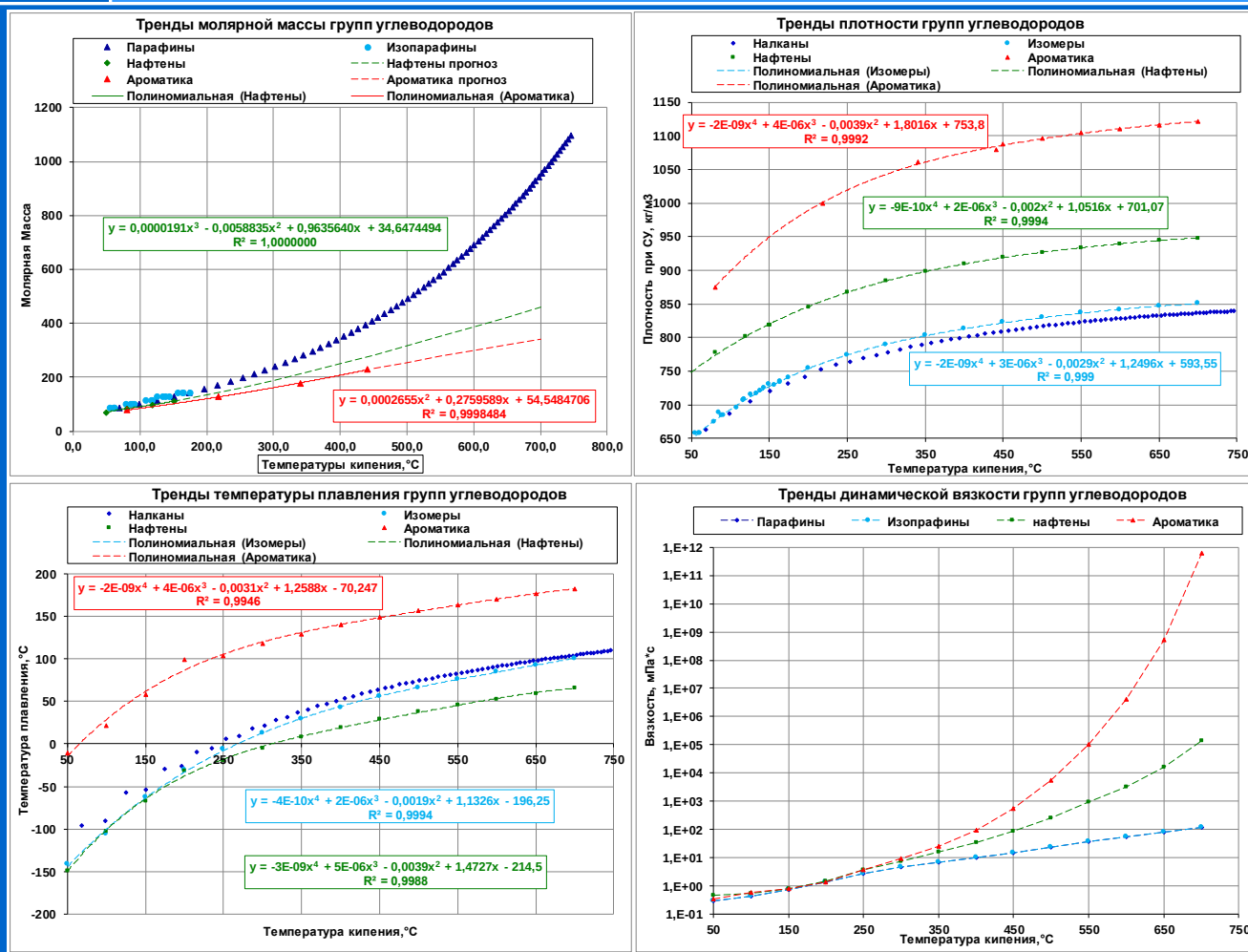


Рис. Предварительные результаты построения трендов базовых ФХС

Перспективы развития комплексной методики хроматографических и хромато-масс-спектрометрических исследований газоконденсатных флюидов, моделирования ФХС

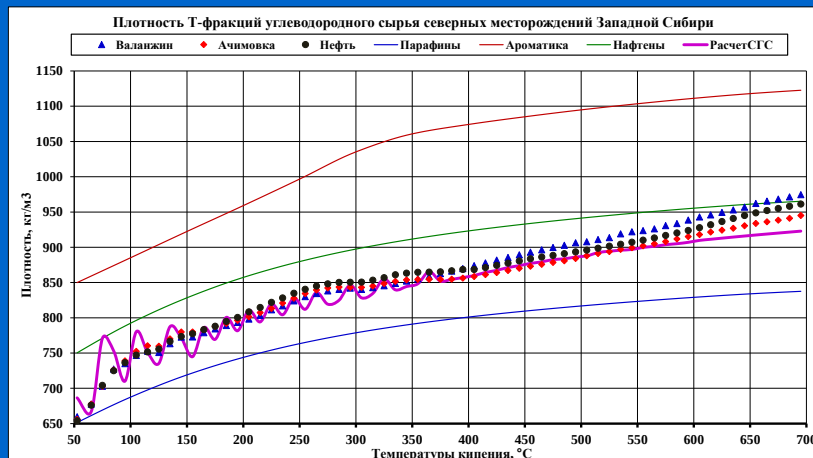
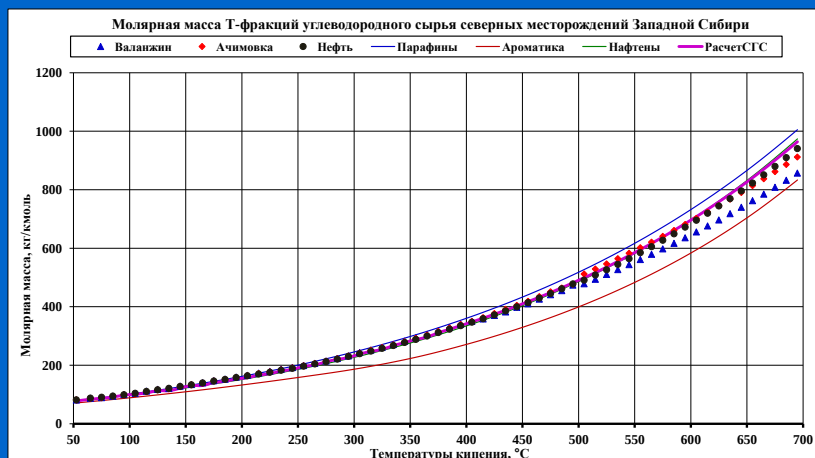


Рис – Сравнение расчетов ФХС хроматографических фракций СГС-методом со среднестатистическими данными экспериментальных определений для фракций разгонки

Сравнительные расчеты баланса сепарации валанжинского конденсата и ФХС продуктов

ИД для расчета	Экспериментальные ФХС		Расчет ФХС по СТС		Отклонения, %	
	Газовая фаза	Жидкая фаза	Газовая фаза	Жидкая фаза	Газовая фаза	Жидкая фаза
Температура, °C	-2,0		-2,0			
Давление, кгс/см ² абс	25,0		25,0			
Молярная доля	0,103	0,897	0,104	0,896	-1,24	0,14
Массовая доля	0,037	0,963	0,037	0,963	-2,00	0,08
Объемная доля	0,495	0,505	0,501	0,499	-1,17	1,16
Молярная масса	20,1	60,5	20,0	60,1	0,08	0,78
Плотность, кг/м ³	24,5	629,4	24,5	630,3	0,10	-0,14
Вязкость, мПа·с	0,0104	0,197	0,0104	0,197	-0,02	-0,01
Вязкость, мм/с ²	0,4231	0,313	0,4236	0,312	-0,12	0,14

Рис. – Сравнение расчетов сепарации и ФХС фаз для валанжинского конденсата

1. Для достаточно большого количества экспериментальных методов определения составов существуют модели, с их помощью можно косвенно проверить адекватность определения состава. Например:
 - а) процессы дегазации (есть модели 3 методов); б) разгонка по Энглеру;
2. Разработаны проверенные методы программного определения ряда ФХС флюидов по КФС и свойствам компонентов: плотность, вязкость, ДНП, показатель преломления и др. При сверке их с экспериментальным определением можно оценивать с одной стороны корректность определения состава, а с другой – адекватность работы приборов (плотномера, вискозиметра и т.д.).
3. Необходимо ввести стандарт программного тестирования в случае разработки НД с сложными алгоритмами. Т.е. с помощью прилагаемого ПО подтвердить заявленные в НД результаты тестовых примеров. Регламентировать ПО для создания программ, подтверждающих тест (Microsoft Excel, Libre Office, MathCad) и др.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Необходима глубокая систематизация огромного количества разработанных терминов в области методик определения составов, ФХС флюидов и их компонентов.
- В существующих НД нет однозначной и унифицированной методики по оценке контроля точности экспериментального определения КФС. Косвенные методы контроля (виртуальный анализ) с привлечением модельных расчетов не применяются
- Имеется большой диапазон форматов представления составов с различной детализацией их наполнения. Нет системы их обозначения, обоснования их применения и детализации.
- Необходимы НД, содержащие методологию исследования и моделирования свойств фракций различных форматов КФС, существует несоответствие их фракциям разгонки
- Итого: необходимо систематизировать накопленный материал. Провести масштабные НИР с широким кругом обсуждения по выявлению всего комплекса необходимых к разработке НД (регламентов, стандартов, рекомендаций). Затем приступить к их разработке.

• **Спасибо за
внимание!**