

**ОТЧЕТ О ТЕСТИРОВАНИИ**  
**программного продукта "МиР ПиА Процесс+" в**  
**Санкт-Петербургском филиале ООО «Газпром проектирование»**

## Содержание

Участники тестирования .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
<b>1 БАЗОВОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ .....</b>	<b>6</b>
1.1 Допущения.....	6
1.2 Абсорбер.....	6
1.2.1 Общие вводные .....	6
1.2.2 Исходные данные для расчета.....	7
1.2.3 Задача .....	7
1.3 Воздушный охладитель.....	9
1.3.1 Общие вводные .....	9
1.3.2 Исходные данные для расчета.....	9
1.3.3 Задача .....	9
<b>2 РАСШИРЕННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ.....</b>	<b>11</b>
2.1 Общие вводные .....	11
2.2 Задача .....	11
2.2.1 Исходные данные для расчета.....	11
2.2.2 Расчетная схема.....	13
2.2.3 Результаты моделирования .....	14
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ .....</b>	<b>15</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ СПбФ ГПП .....</b>	<b>15</b>



## ВВЕДЕНИЕ

МиР ПиА Процесс – это программный продукт, позволяющий создавать и модифицировать модели основных технологических процессов нефтегазовой и химической промышленности (процессов промысловой подготовки и переработки нефти, газового конденсата, попутного и природного газа). Продукт включен в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

С ее помощью специалист может выбрать оптимальную схему и технологический режим производства, оценить качество продукции и ее соответствие действующим стандартам, получить исходные данные для подбора оборудования, прогнозировать затраты тепла и энергии, составить материальный и тепловой балансы производства.

Для анализа и оценки возможностей программного продукта "МиР ПиА Процесс+" в области проектирования и моделирования технологических процессов подготовки углеводородного сырья составлена и проведена подробная программа тестирования.

### Цель тестирования

Основной целью тестирования является оценка возможности использования программного продукта "МиР ПиА Процесс+" (программное обеспечение ПО) для целей проектирования обустройства газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений, установок по подготовке и переработке газа, конденсата и нефти, а также нахождения наиболее эффективных технологических решений производственных задач.

Тестирование проведено в 2 этапа:

1 этап – базовое тестирование ПО на основе специально разработанных Санкт-Петербургским филиалом ООО «Газпром проектирование» (далее –СПбФ ГПП) тестовых задач разработчиками "МиР ПиА Процесс+".

2 этап – расширенное тестирование ПО - совместная работа в программном продукте "МиР ПиА Процесс+" специалистов СПбФ ГПП и разработчиков ПО. Расширенное тестирование включало моделирование режима работы установки гликолевой осушки газа и регенерации абсорбента.

На 1 этапе в качестве тестовых задач рассмотрены расчеты следующих элементов: абсорбер. Сравнение результатов расчетов "МиР ПиА Процесс+" и других ПО рассмотрены в разделе Базовое тестирование.

Задачами 2 этапа тестирования являются:

1. Ознакомление с функциональными возможностями и интерфейсом продукта.

От лицензиата



От лицензиара



2. Оценка удобства пользования и работы с продуктом.
  3. Выполнение тестовой задачи – расчет базовой схемы работы установки гликолевой осушки газа и регенерации абсорбента.
  4. Определение достаточности элементов оборудования в базе аппаратов ПО.
  5. Наладивание обратной связи с разработчиками ПО.
  6. Определение возможности доработки ПО «под нужды» проектирования.
- Результаты 2 этапа тестирования указаны в разделе Расширенное тестирование.



## 1 БАЗОВОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

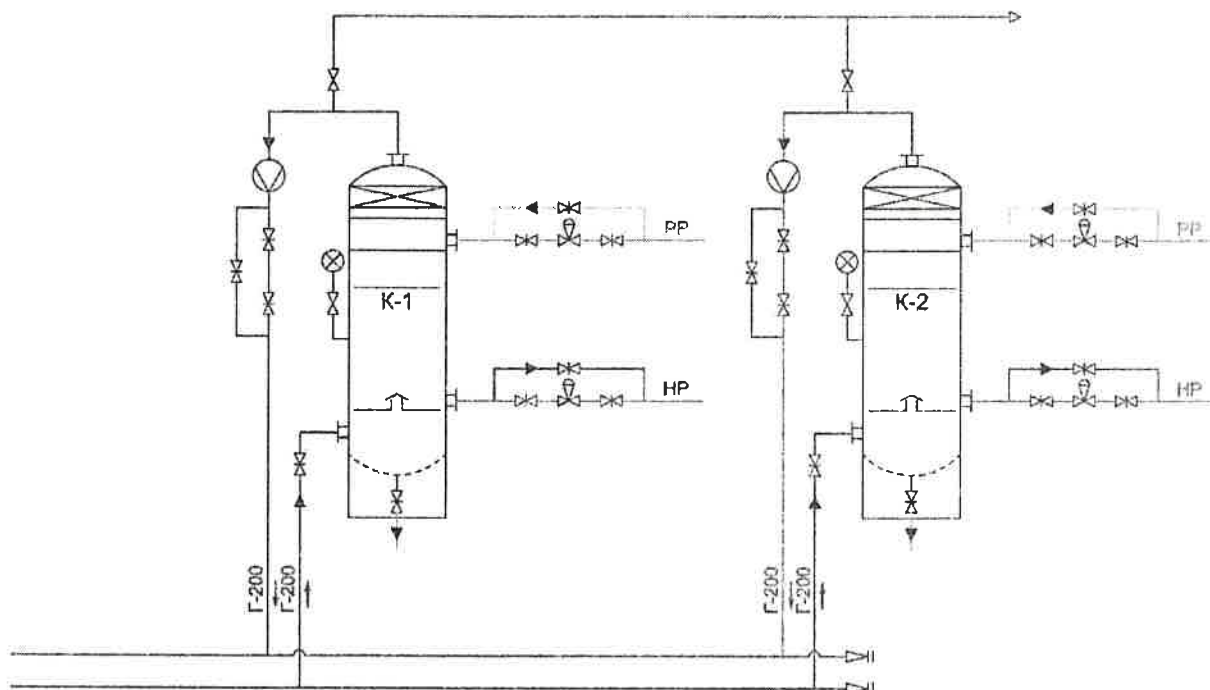
### 1.1 Допущения

Состав газа представлена в виде индивидуальных компонентов: метан, этан, пропан, н-бутан, изобутан, н-пентан, изопентан, гексан, водород, гелий, азот, кислород, углекислый газ, вода.

Состав абсорбента представлен в виде смеси: триэтиленглицоль (далее ТЭГ) и вода.

В качестве аналогового ПО принято ПО – Aspen HYSYS.

Схема процесса осушки газа и регенерации абсорбента, используемая для реализации схемы в ходе расширенного тестирования, представлена на рисунке:



### 1.2 Абсорбер

#### 1.2.1 Общие вводные

Моделируется процесс осушки природного газа методом абсорбции. В качестве абсорбента рассмотрен ТЭГ. Природный газ поступает в нижнюю часть абсорбера, регенерированный ТЭГ поступает в верхнюю часть абсорбера. При контакте потока газа и абсорбента происходит насыщение ТЭГа влагой, насыщенный раствор гликоля отводится с нижней части колонного аппарата и направляется в блок атмосферной регенерации. Товарный газ, с параметрами, соответствующими СТО Газпром 089-2010, отводится с верхней части абсорбера.

## 1.2.2 Исходные данные для расчета

Для выполнения расчета необходимо задать:

- Поток природного газа с параметрами (давление, температура, расход, состав);
- Поток абсорбента с параметрами (давление, температура, расход, состав);
- Параметры абсорбера;

## 1.2.3 Задача

Выполнить простой расчет абсорбера осушки газа ТЭГом.

### 1.2.3.1 Исходные данные для расчета

Параметры газа на входе в абсорбер:

- давление – 5,7 МПа;
- температура - 15÷20°С.
- расход – 0,36÷3,0 млн.м3/сут.

Заданные параметры абсорбера:

Ректификационная колонна (К-1)

Обозначение объекта: К-1

Количество тарелок: 3

Давление верха: 5 МПа

Давление низа: 5 МПа

Подключение потоков

Поток	Номер тарелки	Сторона жидкости	Ед. изм.
2	1	-	-
1	3	-	-

Метод расчета: Газ - Жидкость

Модель состояния и свойства: СП (1)

Передача тепла газовой фазе осуществляется тарелкой

Использование данных предыдущего расчета

Оптимизация для большого числа тарелок

OK Отмена Справка

Таблица 1.2.1 – Компонентный состав газа на входе в абсорбер

Поток	Состав газа
Компонент	мол. %
Метан	83,89
Этан	8,09
Пропан	2,03
Н-бутан	0,17
Изобутан	0,11
Н-пентан	0,01
Изопентан	0,19
Гексан	0,00114

От лицензиата

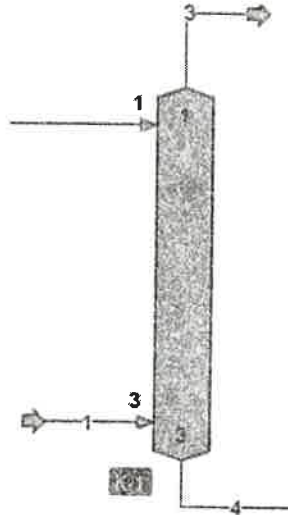


От лицензиара



Поток	Состав газа
Водород	0,0001
Гелий	0,03
Азот	5,03
Кислород	0,007
Углекислый газ	0,434
Влага, г/м <sup>3</sup>	0,7

### 1.2.3.2 Расчетная схема



### 1.2.3.3 Результаты моделирования

Таблица 1.2.2 - Результаты расчета в различных комплексах

№	Параметр	ед. изм	МиР ПиА	Hysys
1	Давление газа на выходе	МПа	5,0	5,0
2	Температура газа на выходе	°С	13,4	13,2
3	ТТР по воде	°С	-20,6	-24,8
4	Расход гликоля	кг/час	2992,3	3016,0
5	Компонентный состав осушенного газа	%масс		
	Метан		71,9837	71,9942
	Этан		13,0086	13,0108
	Пропан		4,7859	4,7857
	Бутан		0,5284	0,5280
	Изобутан		0,3419	0,3388
	Пентан		0,0386	0,0385
	Изопентан		0,7332	0,7201
	Гексан		0,0053	0,0052
	Водород		0,0000	0,0000
	Гелий		0,0064	0,0064
	Азот		7,5333	7,5379
	Кислород		0,0120	0,0120
	Диоксид углерода		1,0203	1,0201
	Вода		0,0024	0,0021
Триэтиленгликоль		0,0000	0,0000	
6	Метод расчета термодинамических свойств		Гликоль	Гликоль



**Вывод:** При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО не выявлено существенной разницы в распределении по фазам потока.

Получены параметры газа, соответствующие СТО Газпром 089-2010.

### 1.3 Воздушный охладитель

#### 1.3.1 Общие вводные

Заданы параметры газа и воздуха на входе аппарата и параметры АВО. Требуется определить температуру охлаждаемого газа и нагреваемого воздуха на выходе аппарата.

#### 1.3.2 Исходные данные для расчета

Для выполнения расчета необходимо задать:

- Поток природного газа с параметрами (давление, температура, расход, состав);
- Поток воздуха с параметрами (давление, температура, расход, состав);
- Параметры воздушного охладителя;

#### 1.3.3 Задача

Выполнить расчет воздушного охладителя газа.

##### 1.3.3.1 Исходные данные для расчета

Параметры газа на входе аппарата – давление 9,91 МПа (абс.), температура 55 град С, расход 4051400 кг/час, состав газа – метан 100%.

Параметры воздуха на входе аппарата – давление 1 атм., температура 17,4 град С, расход 21794070 кг/час.

Предполагается, что в работе 22 аппарата с параметрами, приведенными ниже.

#### 1. Геометрия аппарата

- 1.1. Количество секций параллельно в аппарате - 2;
- 1.2. Число трубных пучков параллельно/на секцию - 1;
- 1.3. Число вентиляторов на секцию – 3;
- 1.4. Число рядов теплообменных трубок в трубном пучке – 6;
- 1.5. Число ходов – 1;
- 1.6. Расположение трубок в пучке – горизонтальное;
- 1.7. Число теплообменных трубок в пучке – 267;
- 1.8. Максимальное число трубок в ряду – 45;
- 1.9. Материал теплообменных трубок – углеродистая сталь;
- 1.10. Количество и внутренний диаметр (мм) штуцера – 6 шт. по 164 мм на один аппарат;

#### 2. Геометрия вентилятора

- 2.1. Количество вентиляторов в аппарате - 6;
- 2.2. Тип коллектора вентилятора – конический;
- 2.3. Диаметр, м – 2,5;

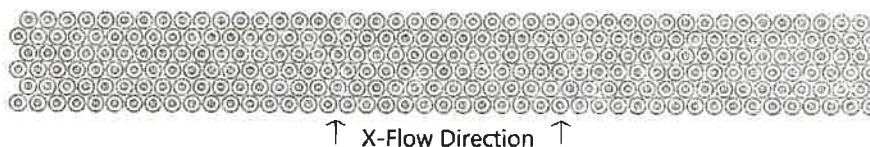
#### 3. Геометрия теплообменных трубок

- 3.1. Наружный диаметр - 25 мм;
- 3.2. Внутренний диаметр - 21 мм;
- 3.3. Длина - 12 м;



- 3.4. Поперечный шаг - 64 мм;  
 3.5. Продольный шаг – 55,42 мм;  
 4. Параметры оребрения теплообменных трубок  
 4.1. Диаметр кружка оребрения - 57 мм;  
 4.2. Высота ребра – 27 мм;  
 4.3. Толщина ребра – 0,41 мм;  
 4.4. Число ребер на 1 м трубки - 433;  
 4.5. Материал оребрения - алюминий.

### 1.3.3.2 Расчетная схема. Схема расположения теплообменных трубок в пучке



### 1.3.3.3 Результаты моделирования

Таблица 1.3.1 - Результаты расчета в различных комплексах

Параметр	Ед. изм.	МиР ПиА	HYSYS
Массовая доля газа на входе	%	100,0	100,0
Выходная темп. продукта	°С	28,5	28,4
Массовая доля газа на выходе	%	100	100
Тепловая нагрузка	МВт	87,858	87,15
Расход воздуха на установку	кг/ч	21794070,000	21794070,000
Темп. воздуха на выходе	°С	31,8	31,7
Общая поверхность теплооб.	м <sup>2</sup>	254298	257913
Средн. коэфф. теплопередачи	Вт/м <sup>2</sup> ·К	24,99	23,85
Средн. коэфф. теплоотд. возд.	Вт/м <sup>2</sup> ·К	54,178	50,81
Средн. коэфф. теплоотд. прод.	Вт/м <sup>2</sup> ·К	1306,544	1121
Средняя разность темп.	°С	13,947	14,17

**Вывод:** При сравнении результатов расчетов тестируемого ПО не выявлено существенной разницы в распределении по фазам потока.

Получены параметры газа, близкие по значениям с аналоговым ПО.

## 2 РАСШИРЕННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

### 2.1 Общие вводные

На установке осушки и регенерации природного газа осуществляется осушка газа раствором абсорбента, а также регенерация насыщенного раствора в атмосферной колонне.

Товарной продукцией установки осушки и регенерации природного газа является осушенный газ (далее – газ).

Подготовка газа на установке осушки и регенерации природного газа производится в соответствии с требованиями СТО Газпром 089-2010.

### 2.2 Задача

Смоделировать и просчитать в программном комплексе установку осушки и регенерации природного газа.

#### 2.2.1 Исходные данные для расчета

Параметры газа на входе в абсорбер:

- давление – 5,7 МПа;
- температура - 15÷20°С.
- расход – 0,36÷3,0 млн.м<sup>3</sup>/сут.

Заданные параметры абсорбера:

Ректификационная колонна (К-1)

Обозначение объекта:

Количество тарелок:

Давление верха:  МПа

Давление низа:  МПа

Подключение потоков

Поток	Номер тарелки	Отбор жидкости	Ед. изм.
2	1	-	-
1	3	-	-

Метод расчета:

Модель состояния и свойств:

Подача газа питанья на предыдущую тарелку

Использование данных предыдущего расчета

Оптимизация для большого числа тарелок

Заданные параметры колонны регенерации:

Ректификационная колонна (К-2)

Обозначение объекта:

Количество тарелок:

Давление верха:  МПа

Давление низа:  МПа

Подключение потоков

Поток	Номер тарелки	Отбор жидкости	Ед. изм.
8	1	-	-
11	3	-	-

Метод расчета:

Модель состояния и свойств:

Подача пилс питания на предыдущую тарелку

Использование данных предыдущего расчета

Оптимизация для большого числа тарелок

OK Отмена Справка

Таблица 2.2.1 – Компонентный состав газа на входе в абсорбер

Поток	Состав газа
Компонент	мол. %
Метан	83,89
Этан	8,09
Пропан	2,03
Н-бутан	0,17
Изобутан	0,11
Н-пентан	0,01
Изопентан	0,19
Гексан	0,00114
Водород	0,0001
Гелий	0,03
Азот	5,03
Кислород	0,007
Углекислый газ	0,434
Влага, г/м <sup>3</sup>	0,7

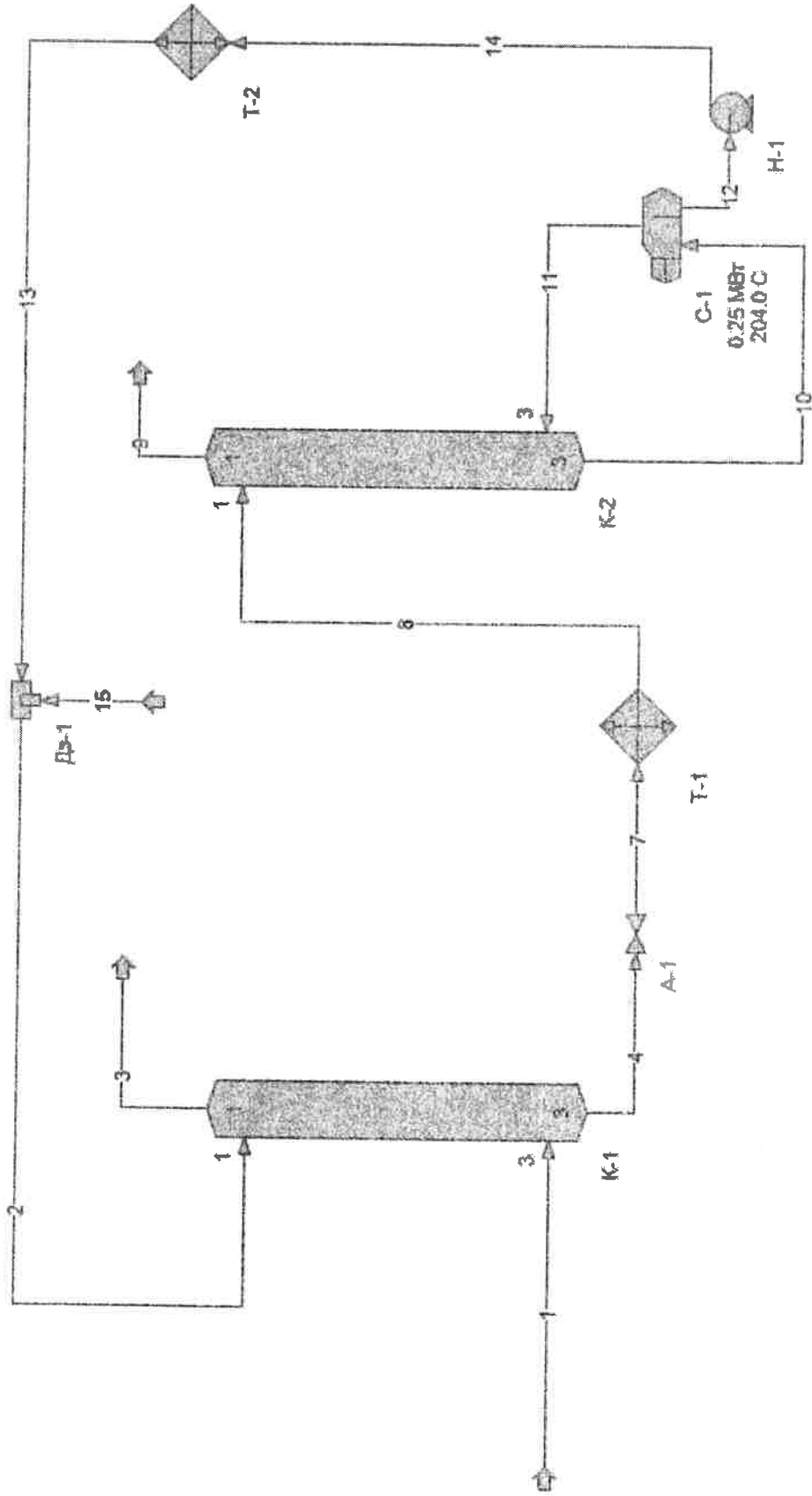
От лицензиата



От лицензиара



2.2.2 Расчетная схема



От лицензиата *[Signature]*

От лицензиара *[Signature]*

### 2.2.3 Результаты моделирования

Таблица 2.2 - Результаты расчета потока 2 и 4

№	Параметр	ед. изм	МиР ПиА	Hysys
1	Давление газа на выходе	МПа	5,0	5,0
2	Температура газа на выходе	°С	13,4	13,2
3	ТТР по воде	°С	-20,6	-24,8
4	Расход гликоля	кг/час	2992,3	3016,0
5	Компонентный состав насыщенного раствора (НР) поток 4			
	Метан	%масс	0,144028	0,151276
	Этан		0,084880	0,072509
	Пропан		0,060728	0,089762
	Бутан		0,002824	0,017470
	Изобутан		0,001412	0,098733
	Пентан		0,000166	0,003377
	Изопентан		0,002732	0,410239
	Гексан		0,000017	0,000971
	Водород		0,000000	0,000000
	Гелий		0,000015	0,000001
	Азот		0,112309	0,005093
	Кислород		0,000261	0,000042
	Диоксид углерода		0,043088	0,054252
	Вода		3,879408	4,308213
Триэтиленгликоль		95,668132	94,788063	
6	Компонентный состав регенерированного раствора (РР) поток 2			
	Метан		0,000000	0,000000
	Этан		0,000000	0,000000
	Пропан		0,000000	0,000000
	Бутан		0,000000	0,000000
	Изобутан		0,000000	0,000000
	Пентан		0,000000	0,000000
	Изопентан		0,000000	0,000000
	Гексан		0,000000	0,000000
	Водород		0,000000	0,000000
	Гелий		0,000000	0,000000
	Азот		0,000000	0,000000
	Кислород		0,000000	0,000000
	Диоксид углерода		0,000000	0,000000
Вода		1,169485	1,623032	
Триэтиленгликоль		98,830515	98,376968	
10	Метод расчета термодинамических свойств		Гликоль	Гликоль

**Вывод:** Результатом расширенного тестирования является сходимость результатов программного продукта "МиР ПиА Процесс+" с результатами ПО Aspen HYSYS.



## РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

### Функциональные возможности и интерфейс продукта

Интерфейс продукта "МиР ПиА Процесс+" схож с интерфейсом программ-аналогов, в том числе с интерфейсом программной системы Aspen HYSYS, которая широко применяется для моделирования процессов в настоящее время.

Интерфейс программного продукта "МиР ПиА Процесс+" понятен и удобен, интуитивно можно найти требуемый элемент, провести расчеты.

По наполняемости технологического оборудования удовлетворяет потребностям для решения производственных задач в СПбФ ГПП.

Программный продукт достаточно гибкий и имеет различные методики для выполнения расчетов процессов и оборудования в широком диапазоне давлений, температур и составов флюидов. При этом требуется обучение работы в данном ПО для исключения ошибок при выборе необходимой методики расчета в том или ином случае, а также для исключения длительного времени расчета модели в программе.

### Возможность доработки ПО «под нужны» проектирования и обратная связь с разработчиками ПО

В процессе выполнения всех этапов тестирования разработчики ПО были постоянно на связи со специалистами СПбФ ГПП, давая обратную связь, разъяснения тонкости использования ПО, а также демонстрируя готовность дорабатывать, усовершенствовать ПО, если в этом будет потребность.

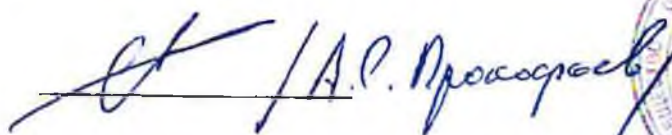
Также разработчик создает и постоянно дополняет развернутые видео инструкции на доступных интернет сервисах, что очень помогает в освоении программного продукта.

Во время тестирования разработчик в короткие сроки отвечал на все возникшие вопросы, детально прорабатывая их суть.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ СПбФ ГПП

По результатам тестирования функционала программного продукта «МиР ПиА Процесс+» подтверждена возможность его использования в производственной деятельности СПбФ ГПП.

От лицензиата

 / А.Р. Прохоров

 А.А. Захаров

От лицензиата 



 Д.В. Коноваленко

От лицензиара \_\_\_\_\_