

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
УЧЕТА ВАЛОВЫХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
В УХОДЯЩИХ ГАЗАХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ**

Аннотация. В статье рассматривается один из подходов к решению задачи расчета валовых выбросов в уходящих газах газоперекачивающих агрегатов (далее ГПА). Предложена математическая модель изменения концентраций загрязняющих веществ в зависимости от температуры наружного воздуха, атмосферного давления и различных нагрузках ГПА, алгоритм и программная реализация решения описанной задачи.

Ключевые слова: ГПА, валовые выбросы, природный газ, загрязняющие вещества, негативное воздействие.

Введение

Транспорт газа на большие расстояния представляет собой весьма сложную техническую задачу, от решения которой во многом зависит развитие газовой промышленности и экономики страны в целом. Данная задача решается посредством газоперекачивающих агрегатов, которые состоят из нагнетателя (компрессора) и привода нагнетателя. В качестве привода будем рассматривать газотурбинную установку.

Газотурбинные установки являются источниками выделения загрязняющих веществ (далее ЗВ) в атмосферный воздух. В соответствии с экологическим законодательством необходимо осуществлять платежи за негативное воздействие на окружающую среду [1]. Для этого необходимо проводить расчёты валовых выбросов ЗВ от каждого источника выделения ЗВ [2, 3]. В проектах нормативов предельно-допустимых выбросов приведены методы контроля расчётный или инструментальный.

Для ГПА, работающих на природном газе, обычно используется инструментальный метод контроля, проводимый аккредитованной лабораторией с помощью переносных многокомпонентных газоанализаторов «Полар», «TESTO» и т.д. Данными приборами определяются концентрации оксидов азота, оксида углерода и других веществ в дымовых газах [4]. Стоимость проведения инструментального контроля, проводимого аккредитованными лабораториями, может колебаться в пределах 1÷3 млн руб. в зависимости от количества ГПА (обычно не более 16 ГПА на компрессорной станции или на газодобывающем промысле).

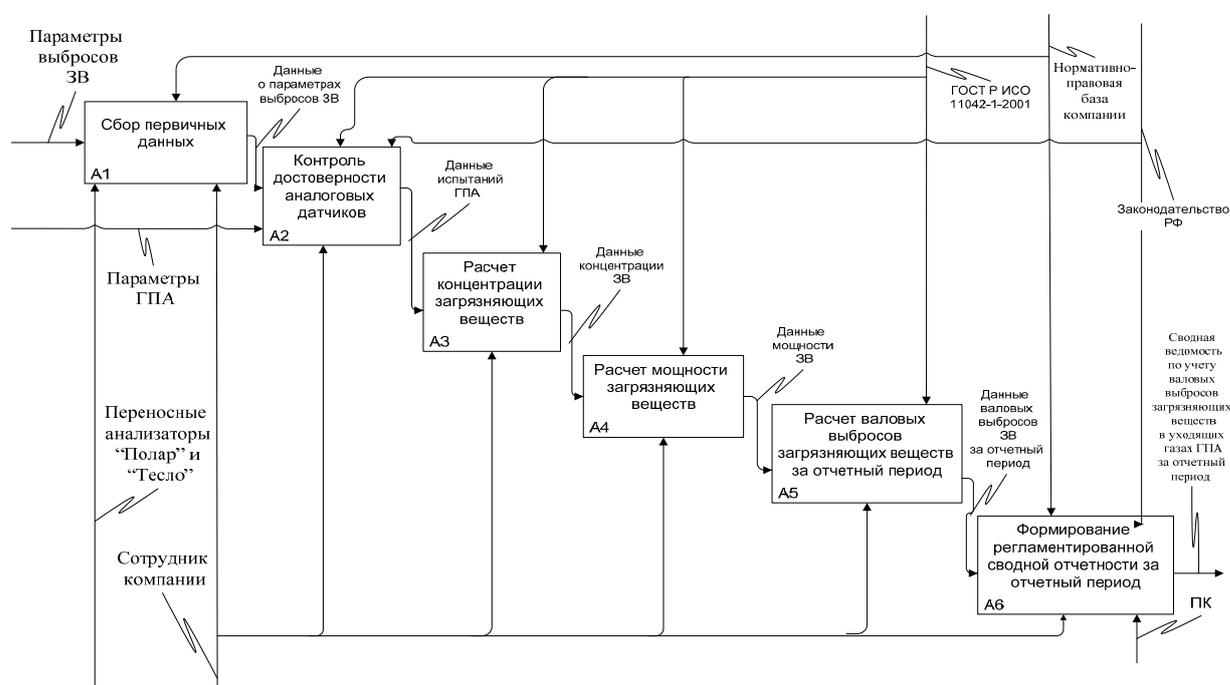


Рис. 1. Декомпозиция процесса «Учет валовых выбросов загрязняющих веществ в уходящих газах ГПА»

Постановка задачи

В плане-графике проекта нормативов предельно-допустимых выбросов указана периодичность инструментального контроля и, если контроль проводится 1 раз в год, то измеренные значения концентраций ЗВ могут быть использованы в том квартале, в котором проводились измерения. В других кварталах значения концентраций ЗВ берутся нормативные из проекта нормативов ПДВ. Измеренные значения концентраций ЗВ зависят от

внешних условий (температуры наружного воздуха, атмосферного давления), величины нагруженности ГПА, в следствии чего появляются проблемы:

- несвоевременная диагностика технического состояния ГПА;
- влияние «человеческого фактора» на достоверность измерений;
- невозможность перехода к «малолюдным» технологиям в условиях Крайнего Севера;
- снижение энергоэффективности ГПА из-за использования в процессе их эксплуатации и ремонта необъективной информации об эффективности процесса сжигания топлива и условиях работы агрегата;

- повышенные платежи за негативное воздействие.

Для решения вышеперечисленных проблем необходимо выполнить следующие задачи:

- сформировать массив значений на основе проведенных испытаний при различных внешних условиях и нагрузках ГПА в соответствии с СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-038-2005 [4];
- построить математическую модель изменения концентраций ЗВ в зависимости от температуры наружного воздуха, атмосферного давления и различных нагрузках ГПА;
- с помощью полученного массива выбросов ЗВ определить коэффициенты аппроксимации, используемые в формулах для вычисления NO , CO , NO_2 , O_2 ;
- разработать приложение для учета валовых выбросов за отчётный период.

Математическая формулировка задачи

После проведения испытаний при различных внешних условиях и нагрузках ГПА с помощью полученного массива выбросов ЗВ на основе логарифмической функции и полиномов 1 и 2 степени были определены коэффициенты аппроксимации, используемые в формулах для вычисления NO , CO , NO_2 , O_2 (рис. 2, 3).

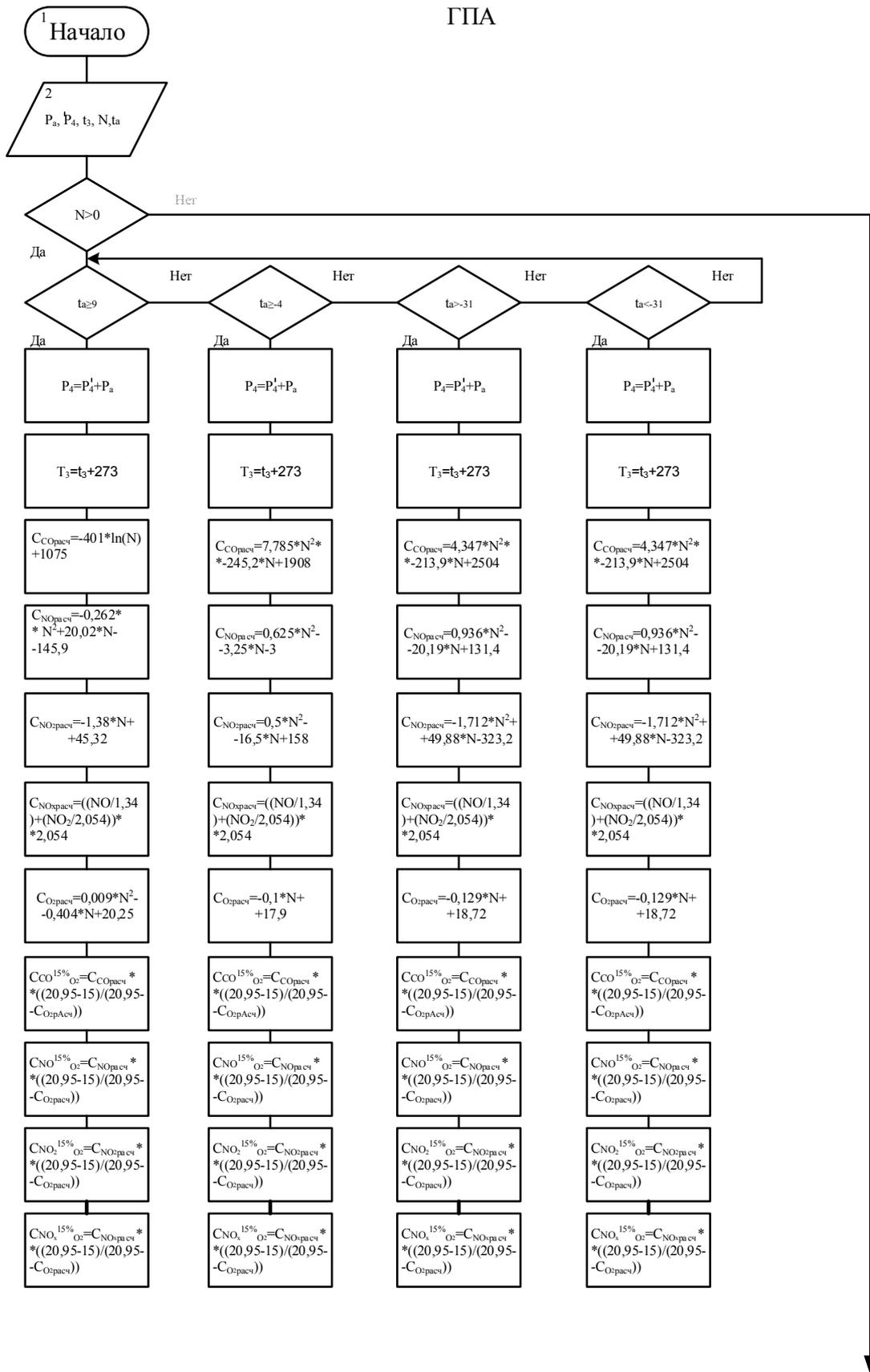


Рис. 2. Блок-схема алгоритма валовых выбросов загрязняющих веществ в уходящих газах газоперекачивающего агрегата (часть 1).

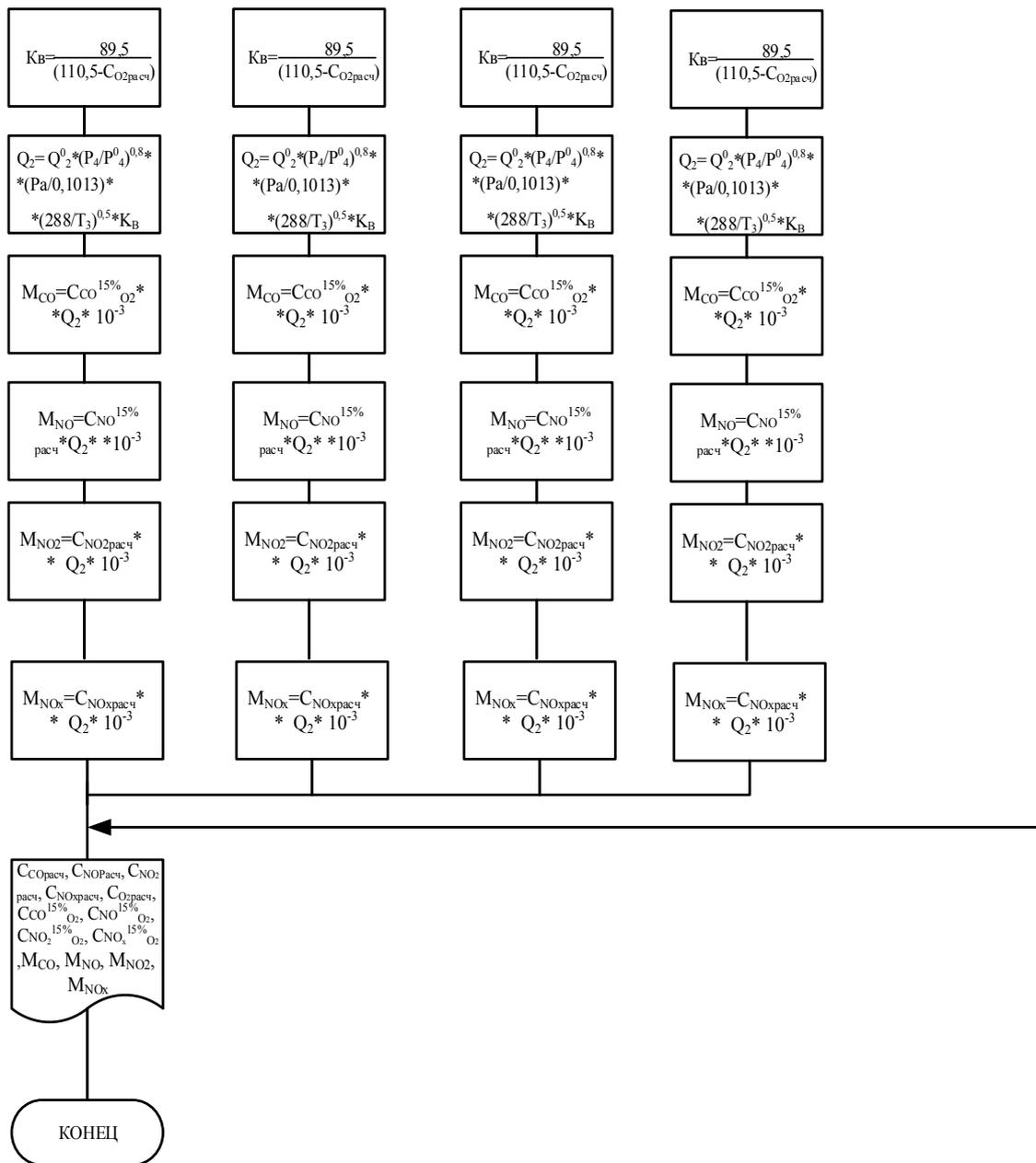


Рис. 3. Блок-схема алгоритма валовых выбросов загрязняющих веществ в уходящих газах газоперекачивающего агрегата (часть 2).

Практическая реализация

На основе предложенной математической модели было разработано программное приложение, которое позволяет рассчитывать валовые выбросы ЗВ в уходящих газах ГПА (рис. 4, 5)

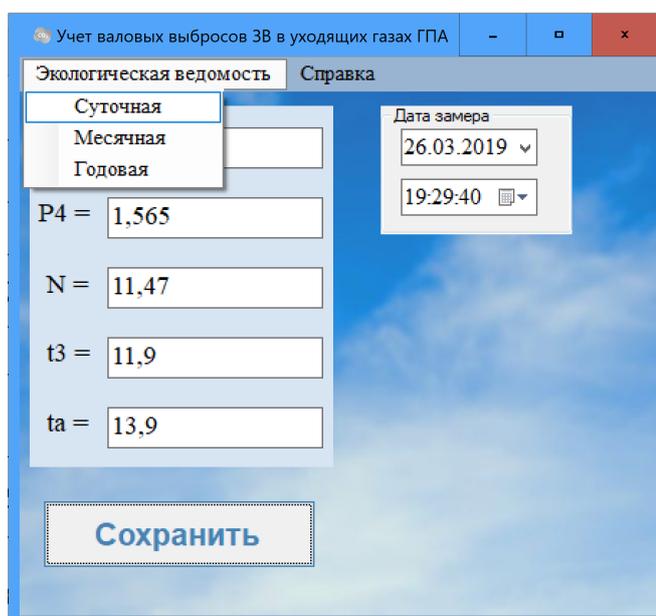


Рис. 4. Ввод исходных данных и выбор необходимой ведомости.

№ п/п	Наименование показателя	0	1	2	3	4	5
1	Концентрация CO, мг/м3	37,9	37,507	37,507	37,432	38,002	37,507
2	Концентрация NO, мг/м3	85,613	85,627	85,547	85,614	85,954	85,613
3	Концентрация NO2, мг/м3	20,371	20,467	20,4	20,482	20,36	20,371
4	Концентрация NOx, мг/м3	151,603	151,634	151,678	151,847	151,584	151,603
5	Расход сухих продуктов сгорания Q2, м3/с	48,935	48,954	49,012	48,785	48,346	48,935
6	Мощность выброса MCO, г/с	2,45	2,434	2,426	2,467	2,474	2,45
7	Мощность выброса MNO, г/с	5,532	5,345	5,346	5,643	5,543	5,532
8	Мощность выброса MNO2, г/с	0,996	0,967	0,946	0,957	0,945	0,996
9	Валовый выброс MCO, т	0,008	0,007	0,008	0,008	0,008	0,008
10	Валовый выброс MNO, т	0,019	0,018	0,019	0,019	0,018	0,019
11	Валовый выброс MNO2, т	0,0036	0,003	0,004	0,003	0,004	0,0036

Рис. 5. Пример суточной экологической ведомости.

Выводы

Предложенная математическая модель и разработанное программное приложение позволит снизить негативное влияние «человеческого фактора» на достоверность измерений и осуществить переход к «малолюдным» технологиям в условиях Крайнего Севера.

Ожидаемый эффект после ввода системы в промышленную эксплуатацию:

- снижение расходов на ремонт ГПА за счет своевременной диагностики его технического состояния;
- повышение энергоэффективности ГПА за счет использования в процессе их эксплуатации и ремонта объективной информации об эффективности процесса сжигания топлива и условиях работы агрегата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913.
2. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ст.16. ФЗ №7 «Об охране окружающей среды» 10 января 2002 г.
3. Федеральный закон ст.28 ФЗ №96 «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 г.
4. ГОСТ Р ИСО 11042-1-2001 Установки газотурбинные. Методы определения выбросов вредных веществ.
5. СТО Газпром 2-3.5-038-2005 Инструкция по проведению контрольных измерений вредных выбросов газотурбинных установок на компрессорных станциях.
6. ГОСТ 5542-87 Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового хозяйства. Технические условия.
7. ГОСТ 28775-90 Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия.