

**Предисловие.** Один из авторов относится с особой трепетностью к данной программе, поскольку она стимулировала его ко всем последующим изыскам в программировании. Дело в том, что в период всеобщей любви к программируемым калькуляторам (конец 80<sup>x</sup> годов прошлого столетия и даже прошлого тысячелетия - страшно подумать как давно это было), предложенную ниже программу удалось втиснуть в 95 шагов программируемого калькулятора МК-61. Все последующие версии для компьютера ДВК на Бейсике и Паскале, для IBM PC в Паскале, ТурбоПаскале и наконец в DELHI только увеличивались в объеме, но алгоритм расчета оставался прежним. Ну а сам алгоритм расчета взят из учебника «Отопление и вентиляция» часть 2, Вентиляция уже под редакцией Богословского В.Н. 1976 г.

**Программа расчета параметров воздуха.** Имеется масса задач связанных с определением параметров воздуха, таких как теплосодержание  $I$ , кДж/кг, влагосодержание  $d$ , г/кг, температура  $t$ , °С, относительная влажность  $\phi$ , %, температура точки росы  $t_p$ , °С, температура мокрого термометра  $t_m$ , °С.

**Аналитические зависимости.** Для определения параметров воздуха используются следующие расчетные формулы:

- **относительная влажность**

$$\phi' = \frac{\omega_{\text{П}}}{\omega_{\text{ПН}}} \quad (1)$$

где:  $\omega_{\text{П}}$  - концентрация водяного пара ненасыщенного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega_{\text{ПН}}$  - концентрация водяного пара насыщенного воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Величину относительной влажности часто выражают в процентах, тогда:

$$\varphi = \varphi' \times 100\% = \frac{\omega_{\text{п}}}{\omega_{\text{пн}}} 100\% \quad (2)$$

• **Влагосодержание влажного воздуха  $d$**  представляет собой отношение массы пара к единице массы сухого воздуха, содержащегося в смеси, т.е.

$$d = \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{в}}} \quad (3)$$

где:  $M_{\text{п}}$  и  $M_{\text{в}}$  – соответственно масса пара и масса сухого воздуха.

Если массу пара выражают в граммах, а массу сухого воздуха в килограммах, то величина влагосодержания обозначается через  $d$ . Если масса пара и сухого воздуха выражается в килограммах, то значение влагосодержания принято обозначать буквой  $x$ . Таким образом,  $x$  и  $d$  связаны следующей зависимостью:

$$x = \frac{d}{1000}, \text{ (кг/кг сух. возд.)} \quad (4)$$

Используя уравнение Клайперона, написанное для пара и воздуха с учетом молекулярного веса пара  $\mu_{\text{п}} = 18$  и воздуха  $\mu_{\text{в}} = 29$  влагосодержание воздуха можно представить в виде:

$$d = \frac{623}{\varphi P_{\text{пн}}} - 1 \quad (5)$$

где:  $P_{\text{пн}}$  – парциальное давление насыщенного водяного пара. Аппроксимирующая зависимость  $P_{\text{пн}}$  от произвольной положительной температуры:

$$P_{\text{пн}} = 479 + (11,52 + 1,62t)^2 \quad (6)$$

• Удельная теплоемкость влажного воздуха  $c_{\text{см}}$  относят, как и влагосодержание, к единице массы сухой части воздуха:

$$c_{\text{см}} = c_{\text{в}} + c_{\text{п}} \frac{d}{1000} \quad (7)$$

где:  $c_{\text{в}}$  – средняя удельная теплоемкость сухого воздуха

(в интервале 0 -100 °С,  $c_{\text{в}}=1,005$  кДж/(кг °С);

$c_{\text{п}}$ – средняя удельная теплоемкость водяного пара,

$c_{\text{п}}=1,8$  кДж/(кг °С).

• Теплосодержание влажного воздуха  $I$  определяется по формуле:

$$I = 1,005t + \frac{(2500 + 1,8068t)d}{1000}, \text{ кДж/кг сух. возд.} \quad (8)$$

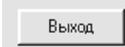
Программа выполнена в среде DELPHI и имеет вид представленный на рис.7. Работает в диапазоне изменения состояния воздуха применимо к расчету систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Выбор типа исходных данных	
Влагосодержание (г/кг) и Энтальпия (кДж/кг)	Температура (°C) и Влагосодержание (г/кг)
Температура (°C) и Энтальпия (кДж/кг)	Температура воздуха и мокрого термометра
Температура (°C) и относительная влажность (%)	Выход

Рис. 7 Вид формы программы для определения параметров воздуха.

В стартовом окне программы представлено шесть кнопок:

- **Влажесодержание (г/кГ) и Энтальпия (кДж/кГ);**
- **Температура ( $^{\circ}$ С) и Влажесодержание (г/кГ);**
- **Температура ( $^{\circ}$ С) и Энтальпия (кДж/кГ);**
- **Температура воздуха и мокрого термометра;**
- **Температура ( $^{\circ}$ С) и относительная влажность(%);**
- **Выход.**

Нажатие любой из первых пяти кнопок вызывает соответствующее окно с возможностью ввода исходных данных для определения остальных параметров воздуха. Нажатие кнопки  приведет к выходу из программы. На рис. 8 представлено окно для ввода данных после нажатия кнопки

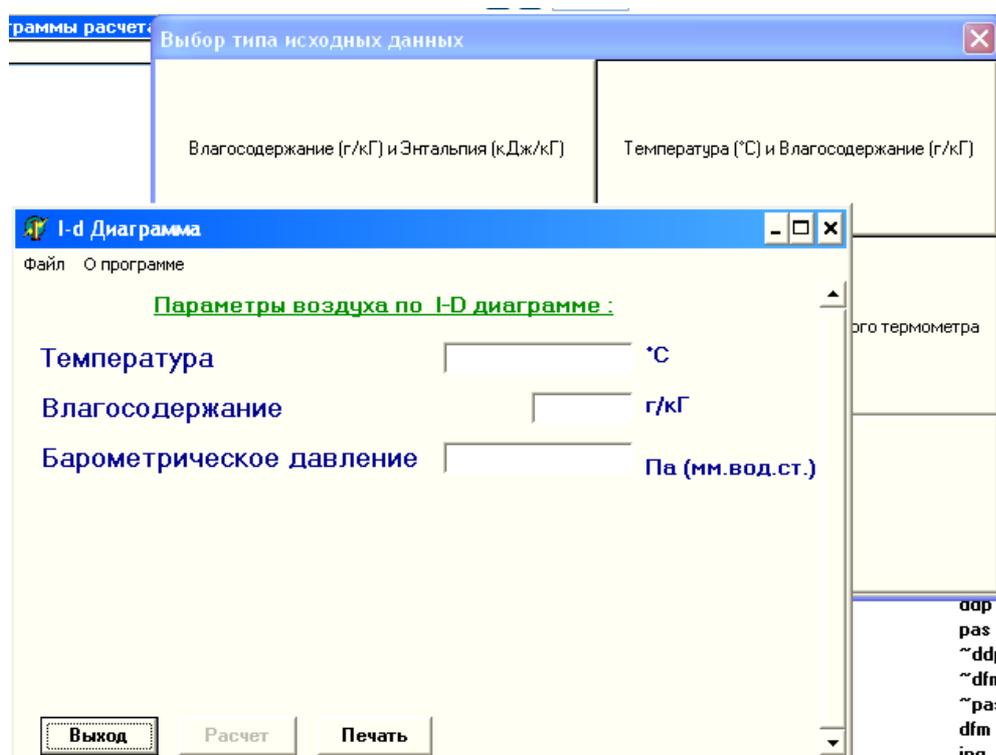
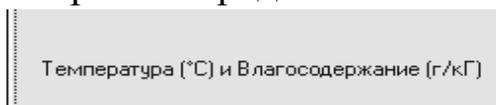
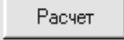
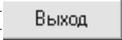


Рис. 8 Форма для ввода исходных данных.

После ввода соответствующих известных параметров воздуха и барометрического давления (ввод барометрического давления возможен в Па или мм рт. ст.) нажатие кнопки  приведет к выводу расчетных параметров воздуха, а кнопки  возврат в стартовое окно программы.

На рис. 9 представлено окно после ввода данных и нажатия кнопки

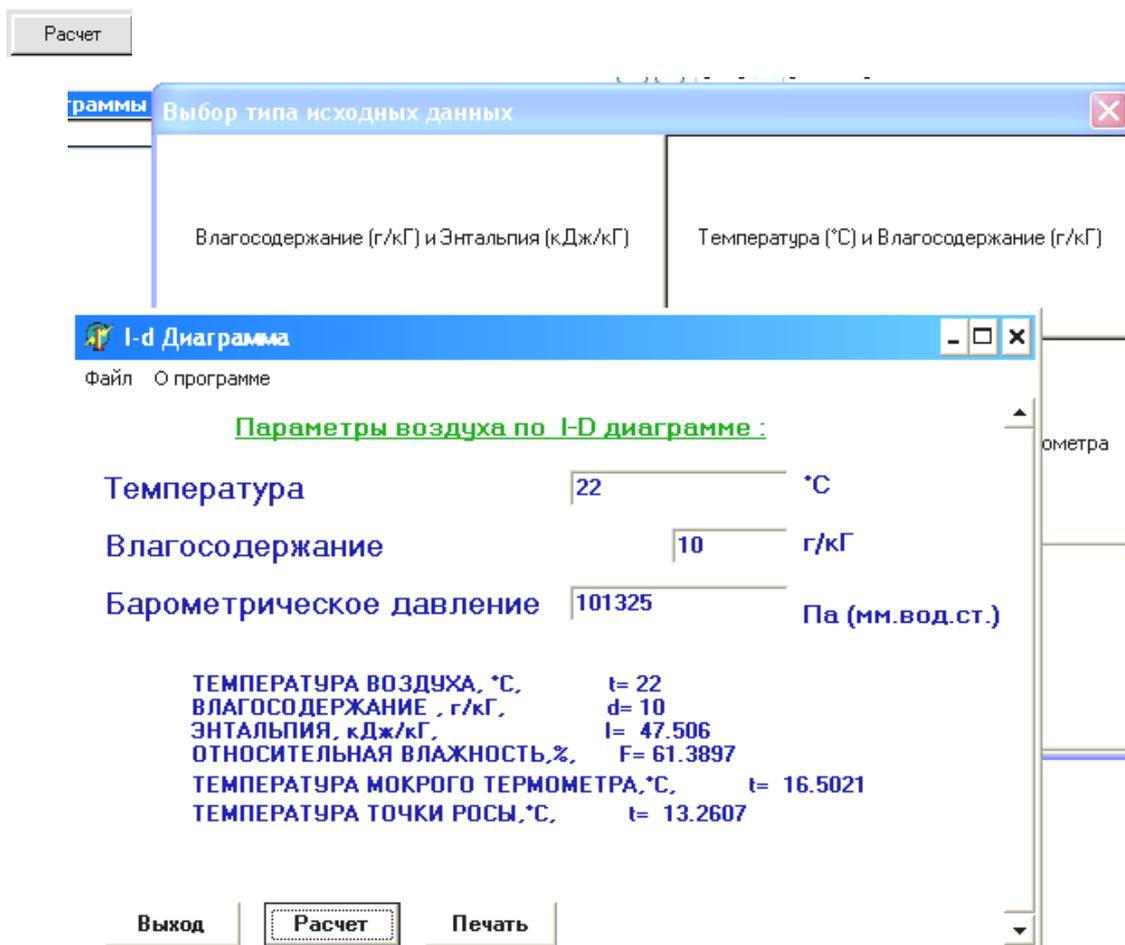


Рис. 9 Результаты расчета.

Таким образом, имея два известных параметра воздуха можно определить оставшиеся параметры необходимые для дальнейших расчетов. Нажатие кнопки **ПЕЧАТЬ** приведет к распечатке результатов расчета. Погрешность вычислений составляет не более 3%.

## **ВАЖНО!**

**Программа находится в стадии доработки (как понимаете с 1989 г. по настоящее время). Авторы приглашают к тестированию всех желающих и будут признательны за высланные замечания при выявлении некорректности работы программы. Буквально перед отправкой программы автор обнаружил глюк при нажатии почти не используемой кнопки Температура воздуха и температура мокрого термометра. Программа отправляется с этим глюком.**

**С наилучшими пожеланиями!**

Исаев Владимир