

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

Системи управління тепло-вологісними
режимами в промислових теплицях

Розробив : ст. гр. зКСУА-15м Гнатюк О.Ю.

Керівник: проф. Москвіна С.М.

Метою даної роботи є підвищення ефективності управління тепло-вологісними режимами промислових теплиць при вирощуванні різноманітних сільськогосподарських культур.

Об'єкт дослідження – процес управління мікрокліматом промислових теплиць.

Предметом дослідження є математичні моделі, методи, підходи та засоби для управління мікрокліматом промислових теплиць.

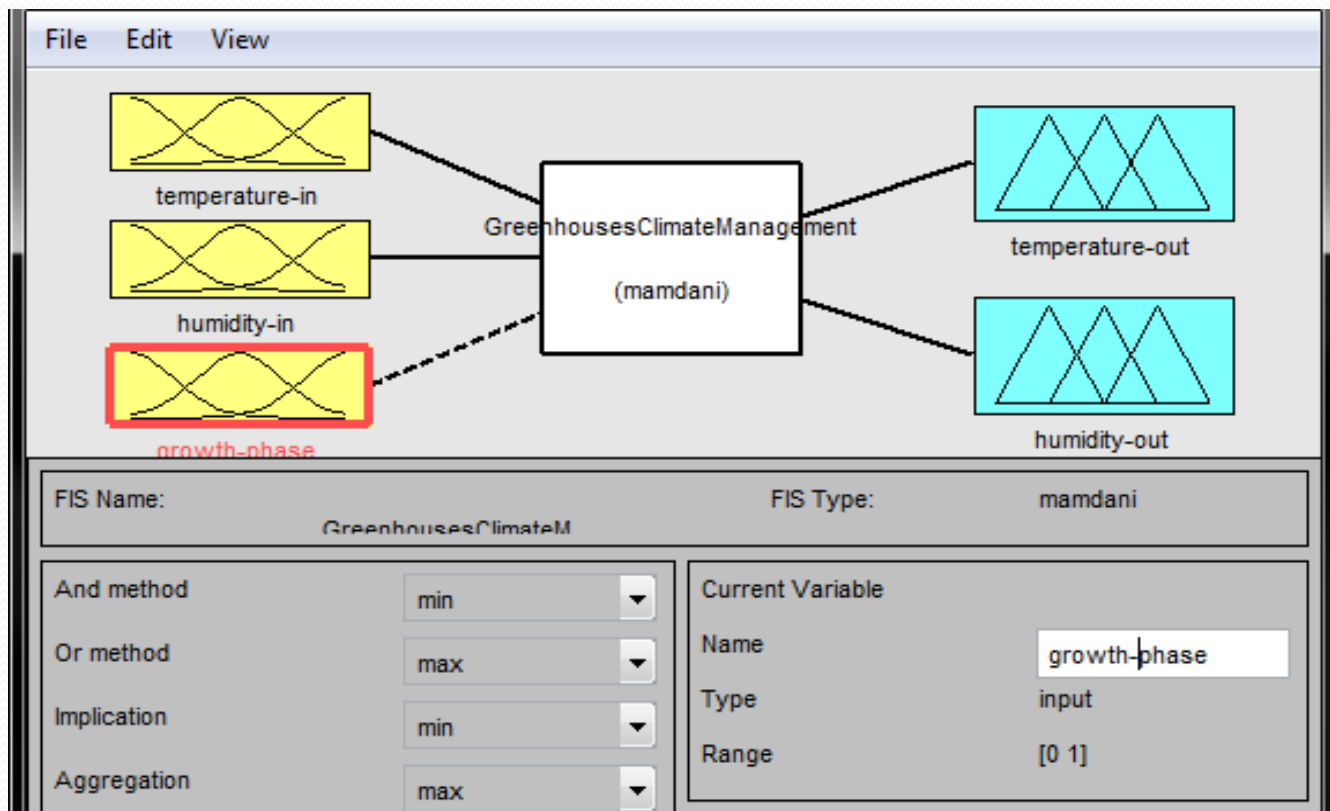
Математична модель мікроклімату теплиці

$$\left\{ \begin{aligned}
 & \rho \cdot V \cdot C \cdot \frac{dT(t)}{dt} = G_{\text{ТЕПЛ}} \cdot C_{\text{ТЕПЛ}} (T_{\text{ПОЧ}} - T_{\text{КІН}}) - \\
 & - \sum k \cdot f \cdot (T_{\text{В}} - T_{\text{Н}}) + G_{\text{СВІЖ}} \cdot G_{\text{ПОВ}} (T_{\text{В}} - T_{\text{Н}}); \\
 & \rho \cdot V \cdot \frac{dX(t)}{dt} = G_{\text{СВІЖ}} \cdot X_{\text{СВІЖ}} - G_{\text{ПОВ}} \cdot X + G_{\text{ПАР}}; \\
 & \rho \cdot V \cdot \frac{dM_{\text{CO}_2}(t)}{dt} = G_{\text{СВІЖ}} \cdot M_{\text{CO}_2\text{СВІЖ}} - G_{\text{ПОВ}} \cdot M_{\text{CO}_2\text{ПОВ}} + \text{oxi}(t, m); \\
 & T(t) = \frac{(G_{\text{ТЕПЛ}} \cdot C_{\text{ТЕПЛ}} (T_{\text{ПОЧ}} - T_{\text{КІН}}) + T_{\text{Н}} \sum k \cdot f + G_{\text{СВІЖ}} \cdot G_{\text{ПОВ}})}{(\sum k \cdot f + G_{\text{СВІЖ}} \cdot G_{\text{ПОВ}}) \cdot e^{\frac{\sum k \cdot f + G_{\text{СВІЖ}} \cdot G_{\text{ПОВ}} t}{\rho \cdot V \cdot C}}}; \\
 & X(t) = \frac{(G_{\text{СВІЖ}} \cdot X_{\text{СВІЖ}} + G_{\text{ПАР}}) \cdot e^{\frac{G_{\text{ПОВ}} t}{\rho \cdot V}} + X_0}{e^{\frac{G_{\text{ПОВ}} t}{\rho \cdot V}} \cdot G_{\text{ПОВ}}}; \\
 & M_{\text{CO}_2}(t) = \frac{(G_{\text{СВІЖ}} \cdot M_{\text{CO}_2\text{СВІЖ}} + \text{oxi}(t, m)) e^{\frac{G_{\text{ПОВ}} t}{\rho \cdot V}} + M_{\text{CO}_2 0}}{e^{\frac{G_{\text{ПОВ}} t}{\rho \cdot V}} \cdot G_{\text{ПОВ}}}.
 \end{aligned} \right.$$

Таблиця умов вирощування рослин в промислових теплицях

№	Назва рослини	Кількість фаз росту	Фаза росту	Температурний режим, С°		Вологість, %	
				повітря	грунту	повітря	грунту
1	Помідори	4	Висадка розсади	16-17	15-17	60-65	70
			Початок утворення плодів	19-20	18-20	60-65	75
			Перші збори плодів	24-26	20-22	60-65	80-85
			Кінець вегетації	24-26	20-22	60-65	85
2	Цибуля	4	Проростання	15-17	13-15	70	75-80
			Поява листя	18-20	15-17	70	75-80
			Формування цибулини	20-25	20-25	60	65-70
			Дозрівання	20-25	20-25	60	60-65
3	Огірок	4	Проростання	25-30	23-25	70-80	80-90
			Вегетативний ріст	22-25	20	70-80	80-90
			Цвітіння	22-25	20	75-85	80-90
			Дозрівання	22-25	20	75-85	80-90
4	Перець	4	Проростання	22-24	18-20	70	70
			Вегетативний ріст	22-24	18-20	60	70-75
			Цвітіння	23-25	20-22	60	70-75
			Дозрівання	25	22-24	60	75-80
5	Редис	2	Проростання	18-20	16-18	70	75
			Дозрівання	20-24	18-20	80	85

Модель нечіткого регулятора

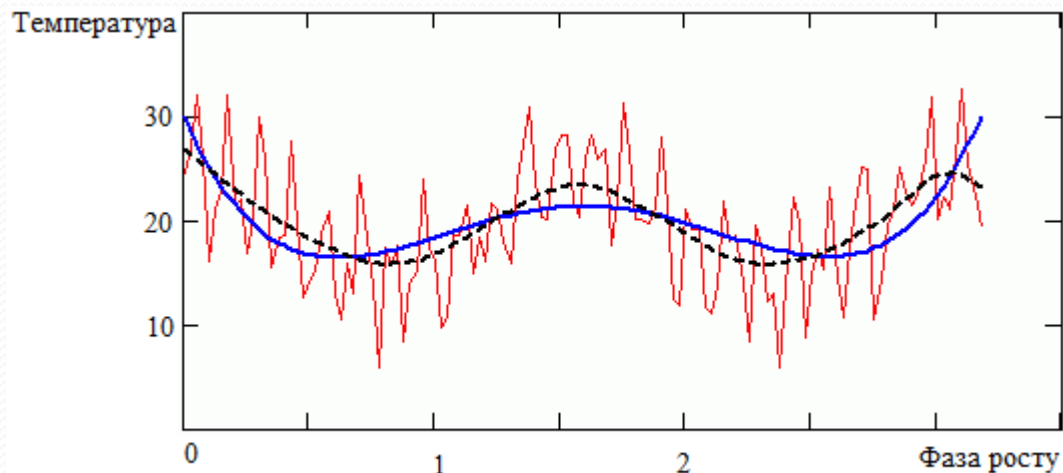


Приклади правил бази знань

1. (temperature-in==smaller) & (humidity-in==smaller) & (growth-phase==first) => (temperature-out=turn-up)(humidity-out=turn-up) (1)
2. (temperature-in==smaller) & (humidity-in==fine) & (growth-phase==first) => (temperature-out=turn-up)(humidity-out=turn-up) (1)
3. (temperature-in==smaller) & (humidity-in==smaller) & (growth-phase==second) => (temperature-out=turn-up)(humidity-out=turn-up) (1)
4. (temperature-in==fine) & (humidity-in==fine) & (growth-phase==first) => (temperature-out=do-not-change)(humidity-out=do-not-change) (1)
5. (temperature-in==fine) & (humidity-in==fine) & (growth-phase==second) => (temperature-out=do-not-change)(humidity-out=turn-up) (1)
6. (temperature-in==fine) & (humidity-in==bigger) & (growth-phase==second) => (temperature-out=do-not-change)(humidity-out=do-not-change) (1)
7. (temperature-in==fine) & (humidity-in==bigger) & (growth-phase==first) => (temperature-out=do-not-change)(humidity-out=turn-down) (1)
8. (temperature-in==bigger) & (humidity-in==fine) & (growth-phase==first) => (temperature-out=turn-down)(humidity-out=do-not-change) (1)
9. (temperature-in==bigger) & (humidity-in==fine) & (growth-phase==second) => (temperature-out=turn-down)(humidity-out=turn-up) (1)

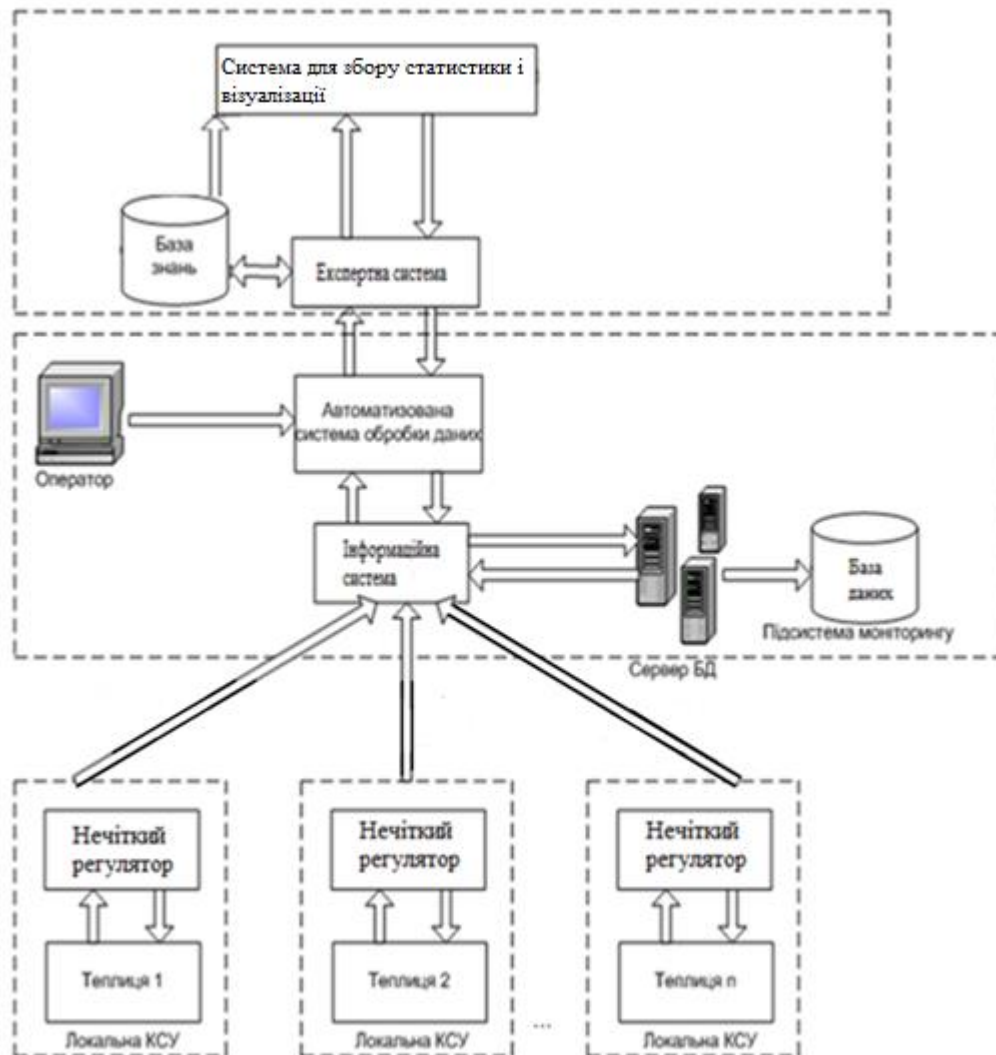
If	and	and	Then	and
temperature-in is	humidity-in is	growth-phase is	temperature-out is	humidity-out is
smaller fine bigger none	smaller fine bigger none	first second none	turn-down do-not-change turn-up none	turn-down do-not-change turn-up none

Аналіз результатів моделювання

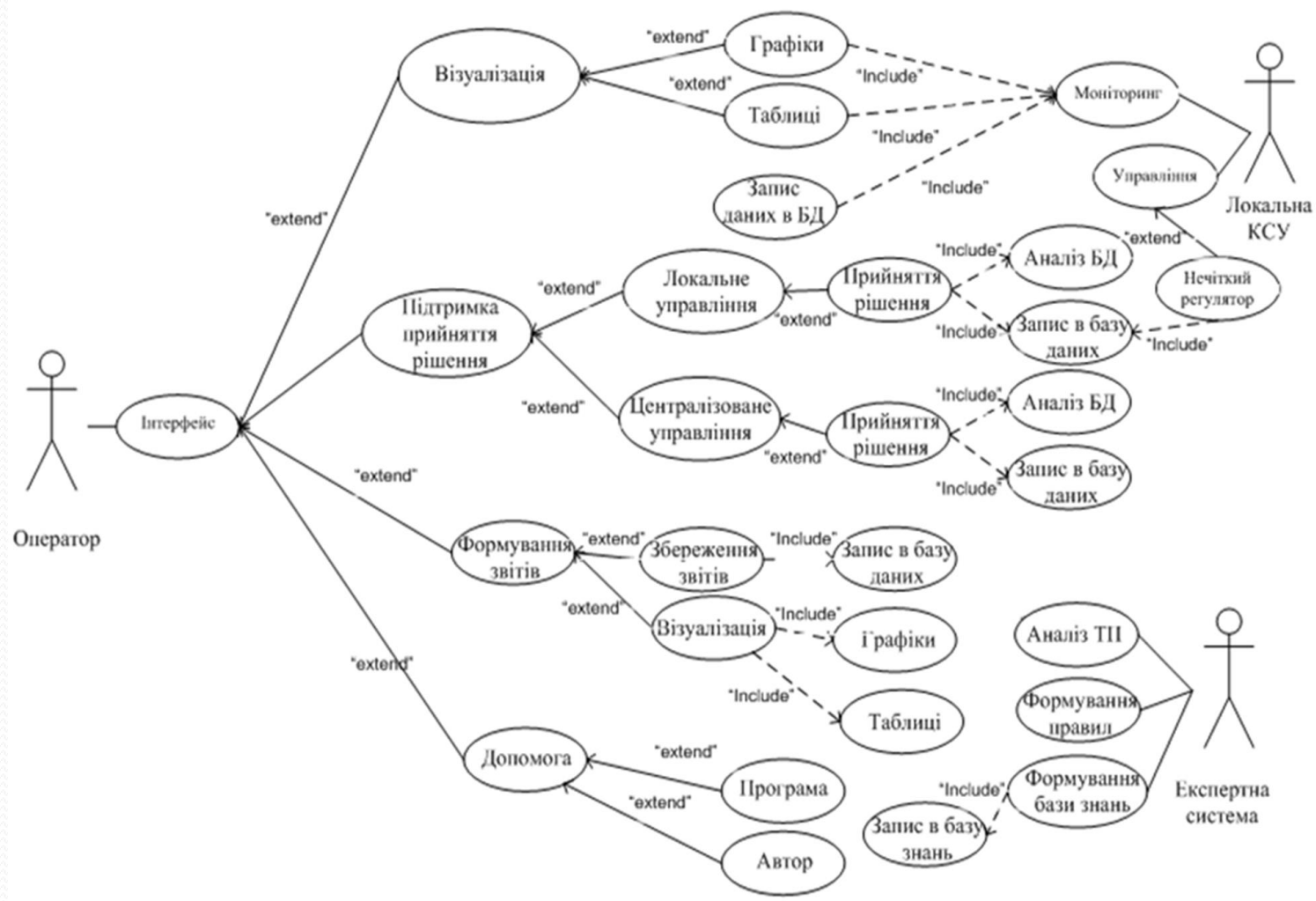


Параметр системи	Розроблювана система	Аналог
Відхилення температури від оптимальної	1°C	до 3°C в певних фазах росту
Відхилення вологості від оптимальної	2%	до 10% в певних фазах росту

Структурна схема системи



UML-діаграма варіантів використання



Головне вікно програми

Greenhouses Control Center

Home Tables Graphics


















Monitoring

Control

Statistics

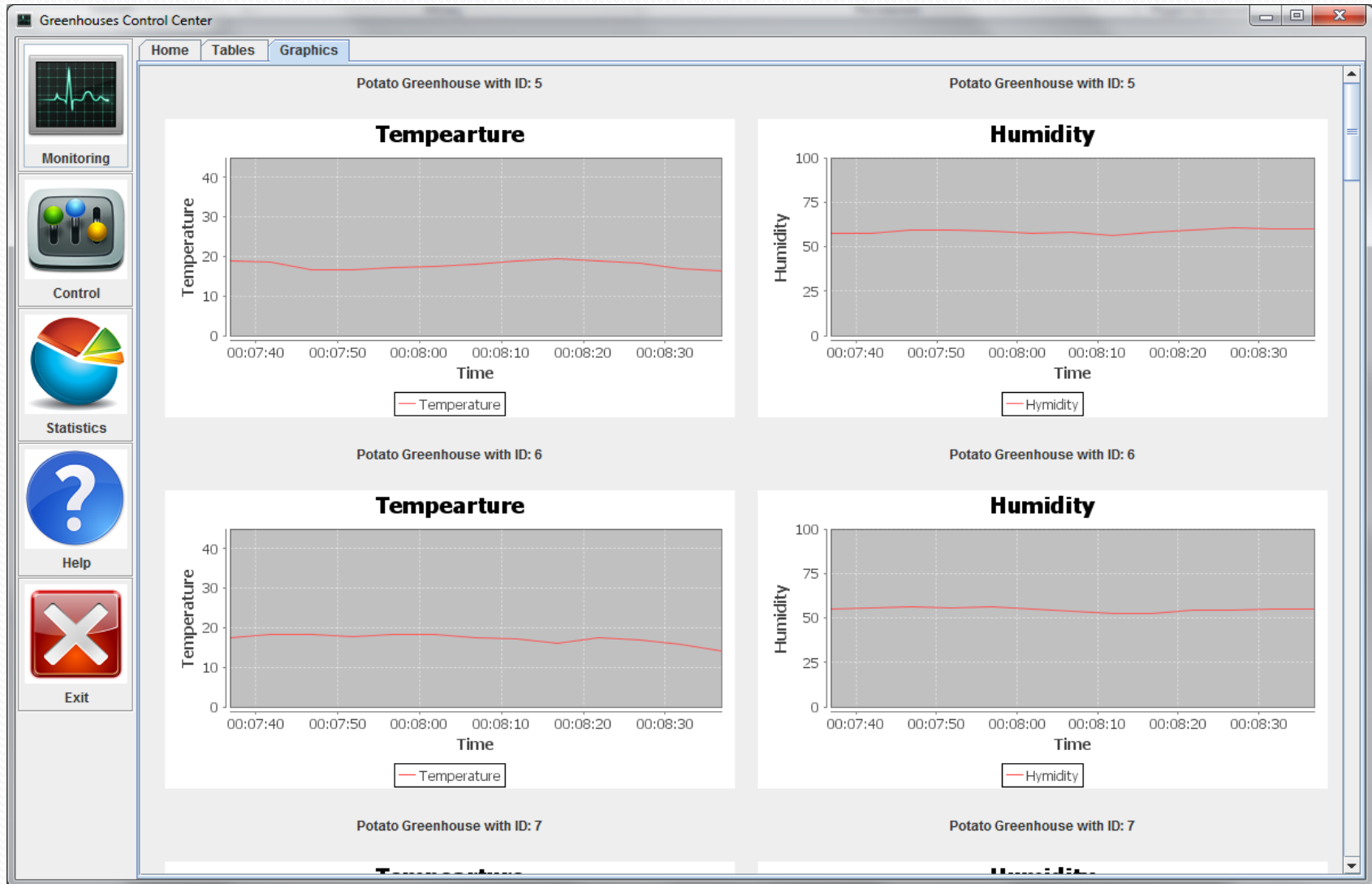
Help

Exit

 Type: Potato Temperature: 20.82 Humidity: 55.73	 Type: Potato Temperature: 19.94 Humidity: 56.69	 Type: Potato Temperature: 20.31 Humidity: 55.16	 Type: Potato Temperature: 22.75 Humidity: 54.75	 Type: Potato Temperature: 19.27 Humidity: 54.43	 Type: Potato Temperature: 20.54 Humidity: 55.24
 Type: Potato Temperature: 19.2 Humidity: 55.97	 Type: Potato Temperature: 19.02 Humidity: 54.2	 Type: Potato Temperature: 20.78 Humidity: 54.8	 Type: Potato Temperature: 20.06 Humidity: 54.59	 Type: Potato Temperature: 19.58 Humidity: 55.16	 Type: Potato Temperature: 19.88 Humidity: 55.16
 Type: Potato Temperature: 19.44 Humidity: 54.54	 Type: Potato Temperature: 20.4 Humidity: 55.8	 Type: Potato Temperature: 19.42 Humidity: 55.37	 Type: Potato Temperature: 20.17 Humidity: 54.96	 Type: Potato Temperature: 20.7 Humidity: 54.29	

Add...

Вікно програми для роботи з графіками



Вікно програми для роботи зі статистикою

Greenhouses Control Center

Statistics

Enter key words and choose search category

Type Search

ID	Type	Temperature	Humidity
5	Potato	20.817677600969255	55.72573243577878
6	Potato	20.929088545313764	55.926953835912336
7	Potato	20.161213250224222	55.01548845550486
8	Potato	20.87480228977361	54.66803169949672
16	Potato	19.269643930837105	54.42824506087316
17	Potato	20.54048225431969	55.23599303592561
2	Potato	19.20267432064145	55.97227100351336
12	Potato	19.024214022478425	54.19879827086925
4	Potato	20.77974336849413	54.79581725288728
14	Potato	20.061544762887944	54.59311001245016
11	Potato	19.577013777259864	55.15976350933006
10	Potato	19.883553367984344	55.156369970873826
8	Potato	19.441602197262153	54.542183463478274
9	Potato	20.40438160655125	55.80032331698158
1	Potato	19.417760457100755	55.36741568136291
15	Potato	20.168755014931545	54.96189477101134
13	Potato	20.69715181168625	54.28532267377118

Monitoring

Control

Statistics

Help

Exit

Дякую за увагу!