

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

Т.В. Котлубовская, В.В. Надвоцкая, О.Е. Романова

В данной работе произведен анализ и расчет погрешностей системы контроля жизнедеятельности декоративных растений.

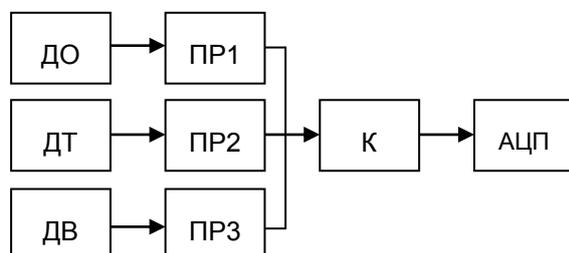
Ключевые слова: измерительная система, погрешность измерительного канала, предел допускаемой относительной погрешности.

Состояние проблемы

Одной из проблем по уходу за декоративными растениями, выращиваемыми в закрытых помещениях, является поддержание параметров микроклимата, в частности, освещенности, температуры в помещении и влажности почвы. Таким образом, к системе контроля возникают определенные требования, в том числе - хорошее метрологическое обеспечение[1].

Предлагаемое решение

Структурная схема измерительной части системы контроля (измерительная система) представлена на рисунке 1.



Условные обозначения:

ДО – датчик освещенности;

ДТ – датчик температуры;

ДВ – датчик влажности

ПР1, ПР2, ПР3 – преобразователи напряжения;

К – коммутатор;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

Рисунок 1 - Структурная схема измерительной системы

Расчет погрешности измерительного канала сводится к оценке среднеквадратического отклонения (СКО) отдельных звеньев σ_i с учетом дополнительных погрешностей от влияющих факторов и нахождения суммарной погрешности процесса измерительного преобразования [2]

$$\sigma_{ук} = \sqrt{\sum \sigma_i^2} \quad (1)$$

Для данной схемы необходимо определить погрешность каждого измерительного канала и общую погрешность измерительной системы.

Исходными данными системы для проведения расчетов являются относительные погрешности измерительных датчиков.

Относительная погрешность датчика освещенности, приведенная к началу диапазона измерения, составляет $\delta_{дон} = 3\%$, а к концу – $\delta_{док} = 2\%$. Относительная погрешность датчика температуры – $\delta_{дтн} = 6\%$, $\delta_{дтк} = 2,6\%$. Относительная погрешность датчика влажности – $\delta_{двн} = \delta_{двк} = 4\%$.

СКО погрешности преобразователя напряжения состоит из пяти составляющих:

- основной погрешности (1%);
- погрешности от пульсаций (0,2%);
- дополнительной погрешности от изменения $\cos\phi = 0,85$ (0,15%);
- погрешности от колебания напряжения питания (0,1%);
- погрешности от колебаний температуры окружающей среды (0,6%).

Погрешность от изменения температуры окружающей среды (0,06%).

Погрешность коммутатора состоит из трех составляющих:

- погрешности падения напряжения открытого ключа (0,4%);
- от утечки тока в каждом из 127 закрытых ключом каналов (0,13%);
- от пульсации несущей частоты (0,06%).

Для АЦП в начале и в конце диапазона $\delta_{АЦПн} = 0,2\%$ и $\delta_{АЦПк} = 0,3\%$.

Учитывая вид закона распределения погрешности, принимаем значение квантильного коэффициента (К) равным $K = 1,73$ (для равномерного закона).

Находим значение погрешностей для начала и конца диапазона измерений датчиков с учетом квантильного коэффициента:

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

$$\sigma_i = \frac{\delta_i}{k} \quad (2)$$

Находим $\sigma_{\text{ДОН}} = 1,76\%$, а в конце диапазона $\sigma_{\text{ДОК}} = 1,17\%$.

Для других двух датчиков, принимая предыдущие условия, получим $\sigma_{\text{ДТН}} = 3,52\%$, $\sigma_{\text{ДТК}} = 1,52\%$ и $\sigma_{\text{ДВН}} = \sigma_{\text{ДВК}} = 2,35\%$.

Для преобразователя напряжения:

$$\sigma_{\text{ук}} = \sqrt{\sum \sigma_i^2} = \sqrt{1^2 + 0,2^2 + 0,15^2 + 0,1^2} = 1,06\%.$$

Поскольку преобразователь напряжения не имеет других погрешностей, то общая погрешность преобразователя составит:

$$\sigma_{\text{ПР}} = \sqrt{\sum \sigma_i^2} = \sqrt{1,06^2 + 0,66^2} = 1,3\%.$$

Для коммутатора:

$$\sigma_{\text{к}} = \frac{1}{1,73} \sqrt{0,4^2 + 0,13^2 + 0,06^2} = 0,24\%.$$

Значения относительной погрешности АЦП заданы. Полагая закон их распределения равномерным, получим:

$$\sigma_{\text{АЦПн}} = \frac{0,2}{1,73} = 0,13\%;$$

$$\sigma_{\text{АЦПК}} = \frac{0,3}{1,73} = 0,17\%.$$

Значение СКО рассчитывается только для связанных зависимостью величин. Поэтому, учитывая что измеряемые параметры (освещенность, температура и влажность) не связаны какой-либо математической зависимостью, первоначально предполагается рассчитать погрешность каждого измерительного канала в отдельности, не акцентируя внимания на общей погрешности системы[3].

Однако в связи с тем, что измеряемые параметры связаны между собой в условиях конкретной разработанной системы (как составляющие значения соответствия микроклимата), общую погрешность системы рассчитать все-таки возможно.

Окончательно СКО измерительного канала для начала диапазона составит:

$$\sigma_{\text{н}} = \sqrt{1,76^2 + 3,52^2 + 2,35^2 + 1,30^2 + 0,24^2 + 0,13^2} = 4,77\%,$$

а для конца диапазона измерения:

$$\sigma_{\text{к}} = \sqrt{1,17^2 + 1,52^2 + 2,35^2 + 1,30^2 + 0,24^2 + 0,17^2} = 3,31\%.$$

Приняв квантильный коэффициент $K = 1,95$ для доверительной вероятности $P = 0,95$, окончательно для начала и конца диапазона измерений получим:

$$\delta_{\text{н}} = 1,95 \cdot 4,77 = 9,3\%,$$

$$\delta_{\text{к}} = 1,95 \cdot 3,31 = 6,4\%.$$

Предел допускаемой относительной погрешности рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{ик}}(x) = \pm [c + d \left(\left| \frac{x_n}{x} \right| - 1 \right)] \%, \quad (3)$$

где c и d – постоянные числа;
 x – текущее значение измеряемой величины;

x_n – предел диапазона измерения.

Тогда с учетом округлений можно записать:

$$\delta_{\text{ик}}(x) = \pm [6 + 10 \left(\left| \frac{x_n}{x} \right| - 1 \right)] \%,$$

Это расчетное значение погрешности следует умножить на коэффициент запаса, учитывающий старение элементов измерительного канала. Можно принять, что скорость старения не превышает 0,1% в год[3].

Выводы

Полученные результаты вполне удовлетворяют требованиям, предъявляемым к системам контроля жизнедеятельности декоративных растений, так как для содержания растений в обычных условиях высокая точность производимых системой измерений не актуальна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тигранян, Р.Э. Микроклимат. Электронные системы обеспечения. / Р.Э. Тигранян – М.: ИП РадиоСофт, 2005. – 112 с.
2. Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов. / Г. Д. Крылова. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 2008. – 479 с.
3. Седалищев, В. Н. Физические основы получения измерительной информации с использованием генераторных и параметрических первичных преобразователей: Учебное пособие / В. Н. Седалищев // Алтайский государственный технический университет им И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008 г. – 244 с.

Студентка **О.Е. Романова**, *ollia-riz@mail.ru*; к.т.н., доцент **Т.В. Котлубовская**, *ta-vikot2010@mail.ru*; к.п.н., доцент **В.В. Надвоцкая** - *nadvotskaya7@mail.ru* - Алтайский государственный технический университет, кафедра информационных технологий, (385-2) 29-09-13