

реалізується через діалектичну самосвідомість; або, як це подано мовою Фіхте, «Я» — «Не Я». Шеллінг обґрунтовує тотожність суб'єкта і об'єкта не лише в діяльності людини, а й у творенні світу взагалі. Шеллінг дав тонкий аналіз категорій діалектики, який в подальшому розвинув Г. Гегель.

Список літератури

1. Кант И. Пролегомены ко всякой будущей метафизике, могущей появиться как наука. — АМФ. — Т. 1. Часть 3. — К., 1992. — С. 3-28.

Одержано 08.10.12

УДК 631.356.4.05-519

С.М. Гайдукова, доц., канд. техн. наук, В.Я. Воробейчик, доц., канд. техн. наук
Кировоградский национальный технический университет

Лабораторные испытания радиоволнового устройства для распознавания клубней картофеля от соразмерных примесей

С статье приведен анализ влияния дестабилизирующих факторов на результат распознавания клубней картофеля от камней и комков почвы радиоволновым устройством.

радиоволновое устройство, клубни картофеля, примеси

В реальных условиях работы устройства на результат распознавания будут оказывать дестабилизирующее влияние на различные факторы. К ним относятся:

- размеры компонентов;
- влажность почвы;
- сорт клубней;
- форма компонентов;
- ориентация компонентов относительно антенны;
- загрязнение клубней;
- запыленность воспринимающего элемента и зоны контроля;
- температура, влажность, давление окружающего воздуха;
- влияние движущихся деталей и механизмов;
- взаимное электромагнитное влияние измерительных преобразователей соседних каналов сепаратора и др.

Предварительное ранжирование позволило выделить группу из четырех наиболее существенных факторов. Это размеры компонентов, влажность, физический состав почвы и сорт клубней. Рассмотрим каждый из них.

Клубни картофеля характеризуются тремя размерами: длиной – a , шириной – b и толщиной – c . Аналогично определим и параметры соразмерных клубням примесей – комков почвы. Радиоволновой измерительный преобразователь реагирует на изменение

объема компонента, т.е. на изменение произведение его линейных размеров, поэтому в качестве первой влияющей характеристики возьмем объемный фактор:

$$V_{\phi} = a b c . \quad (1)$$

Анализ данных для различных сортов картофеля, районов и условий произрастания с учетом агротребований, позволил определить диапазон варьирования этого фактора в пределах 30 – 450 см³.

Вторым существенным фактором, влияющим на результат распознавания, является влажность примесей.

Картофельный ворох, в котором необходимо отделить клубни от соразмерных комков почвы, поступает от картофелеуборочных комбайнов, использование которых возможно лишь в том случае, когда комбайновым агрегатам обеспечена достаточная проходимость. Проведенный анализ показателей качества работы комбайнов КПП–2, К–3, ККУ–2 при государственных и хозяйственных испытаниях, в процессе которых фиксировался фил почвы и ее влажность, дал возможность сделать выводы о работоспособности картофелеуборочных комбайнов в различных почвенных условиях.

Эти данные были использованы для построения гистограммы и функции распределения частот влажностей почвы в период уборки картофеля. Объем выборки – 182. Распределение подчиняется нормальному закону с математическим ожиданием $\mu_w = 17,8$ и депрессией $\sigma_w = 5,7$. Степень согласия фактических и теоретических частот частот повторялась по критерию Пирсона. Экспериментальное значение χ^2 составило – 9,45, теоретическое 9,5, при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы 4.

В области $\mu_w \pm \sigma_w$ лежат две трети всех наблюдений. Выберем пределы вариации фактора влажности комков почвы от 12,1% до 23,5%. Следует отметить, что влажность почвы в большей части календарного периода уборки картофеля, как правило, находятся в пределах, оптимальных для картофелеуборочных комбайнов 18 – 22%.

Третий фактор, влияющий на качество распознавания компонентов – механический состав почвы. Классификация почв по двухчленной шкале основана на разделении частиц на две фракции: физический песок и физическую глину (размеры частиц, соответственно, более и менее 0,01мм).

Используя диаграмму состояния почвы, на которой отмечены случаи работы комбайновых агрегатов, можно установить, что в 95% случаев комбайны работали на почвах, содержание физической глины g в которых варьировалось в пределах 10-50%.

Четвертым фактором, влияние которого хотя и меньше предыдущих, но обнаруживается, является форма компонента. Форма клубней, в основном определяется сортом картофеля и в меньшей степени – условиями произрастания и размерами. Ее можно характеризовать так называемым коэффициентом формы, равным отношению объема клубней к объему прямоугольного параллелепипеда, в который вписан клубень с размерами a, b, c :

$$k = \frac{V}{a b c} . \quad (2)$$

Практически об объеме V клубня можно судить по его массе:

$$m = \rho V , \quad (3)$$

т.к. плотность ρ – вещества клубней практически не зависит от сорта и размеров и колеблется в сравнительно небольших пределах 1,040 – 1,090 г/см³. Соотношение между массой и размерами клубней:

$$m = \varepsilon a b c . \tag{4}$$

Было установлено академиком В.П.Горячкиным. Как видно из табл.1, значение ε для разных сортов картофеля близки и относительные изменения этого коэффициента составляют $\pm 2\%$.

Таблица 1 – Значение ε для разных сортов картофеля, соответствие коэффициент формы к разным сортам картофеля

Сорт картофеля	Коэффициент
Эпикур	0,550
Лорх	0,545
Ранняя роза	0,540
Берлихинген	0,565
Советский	0,550
Коблер	0,545

Таким образом, выбранный нами коэффициент формы $K = \varepsilon/\rho$ испытывает незначительные изменения. В этом одно из преимуществ предлагаемого радиоволнового способа оценки массы, который, следовательно, инвариантен к изменению формы клубня. На основании табл.1 и с учетом величины плотности вещества клубня, выбираем пределы изменения $K = 0,5 - 0,54$.

Величины V_{ϕ} , W , g и K образуют полный набор наиболее существенных факторов, влияющих на результат распознавания.

В качестве выходного параметра – y принято отношение полезного сигнала U_k , полученного при внесении в зону контроля клубня, к сигналу помехи U_n , вызванному внесением в зону контроля соразмерного комка почвы. Учитывая разнополярный характер упомянутых сигналов, это отношение взято со знаком минус:

$$y = - \frac{U_k}{U_n} . \tag{5}$$

Напряжение U_k и U_n измерялись на выходе усилителя 7 канала распознавания.

Эксперимент ПФЭ 2^4 проведен по общей методике в полном объеме. В табл. 2 представлены кодовые обозначения, уровни и интервалы варьирования факторов.

Таблица 2 – Уровни и интервалы варьирования факторов

1Факторы	Кодовое обозн.	Уровни			Интервалы варьирования
		-1	0	+1	
Размер компонента V_{ϕ} , см ³	x_1	30	240	450	210
Влажность комков почвы, W , %	x_2	12,1	17,8	23,4	5,7
Содержание физической глины в почве g , %	x_3	10	30	50	20
Коэффициента формы компонента K	x_4	0,5	0,52	0,54	0,02

Дисперсия при воспроизводимости при числе степеней свободы $f = 11$.

$$S^2 = 8,2 \cdot 10^{-3} .$$

дисперсия коэффициентов уровня регрессии:

$$S^2(b_i) = \frac{S^2(y)}{N} = 5,1 \cdot 10^{-4} .$$

Доверительный интервал для коэффициентов регрессии при уровне значимости 0,05 определяется по t -критерию Стьюдента:

$$\Delta b_i \cong \pm tS(b_i) = \pm 2,5 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2} = 0,056 .$$

Уравнение регрессии после исключения незначимых коэффициентов имеет вид:

$$y = 2,558 - 2,546 x_1 - 0,907 x_2 - 1,139 x_3 - 1,428 x_1 x_2 - 1,659 x_1 x_3 - 1,424 x_2 x_3 - 1,538 x_1 x_2 x_3 .$$

Проверку адекватности модели проводили по критерию Фишера: дисперсия адекватности при числе степеней свободы $f = 8$:

$$S_{ад}^2 = 2,1 \cdot 10^{-2} ;$$

экспериментальное значение критерия:

$$F_{экс} = \frac{S_{ад}^2}{S^2(y)} = 2,56 ;$$

табличное значение:

$F_{табл} = 2,95$ при уровне значимости 0,05. Неравенство $F_{экс} < F_{табл}$ соблюдается, следовательно, полученное уравнение регрессии адекватно модели.

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Фактор формы клубня оказался незначимым, а вместе с ним незначимыми являются факторы, перечисленные вначале статьи и отсеянные при предварительном ранжировании;

2. Коэффициент ϵ_0 , характеризующий среднее по области факторного пространства сигнал-помеха составил $5,558 \pm 0,056$, что существенно больше отношения коэффициентов отражения клубней и почвы средней влажности которое составляет около 1,5. Это убедительно свидетельствует о преимуществе комбинированного метода отраженной и прошедшей волн по сравнению с методом только отраженной волны.

3. Увеличение размеров, влажности содержания глины почвенных комков ухудшает распознавание. Причем, первый фактор влияет сильнее двух других. Поэтому при наличии крупных комков целесообразно предварительно разделить картофельный ворох на две фракции. На возможность возникновения такого затруднения и способ его преодоления указано на изобретении а.с. СССР № 1097227.

4. Из 16 экспериментов распознавание не произошло только в двух случаях, соответствующих самому неблагоприятному сочетанию крайних значений всех значимых мешающих факторов. Это означает, что очень крупные ($V_{\phi} = 450\text{см}^3$), влажные ($W = 23,4\%$) и глинистые ($g = 50\%$) комки почвы могли бы попасть в бункер с клубнями. Случаев когда клубни были бы отброшены, будучи приняты за комки почвы, не обнаружено.

5. Значимость коэффициентов регрессии, характеризующих межфакторные взаимодействия, свидетельствуют о существенной нелинейности во влиянии рассмотренных факторов на выходной параметр.

В результате установлено, что точность распознавания составила 90-95%.

Показатели качества работы распознающего устройства и выводы по результатам его испытаний содержатся в «Акте производственных испытаний одноканального устройства с радиоволновым датчиком для сепарации картофеля от комков почвы и камней».

Получено 18.03.13