

## Контролер за един канал на сеялка за сеитба с биоразградима лента

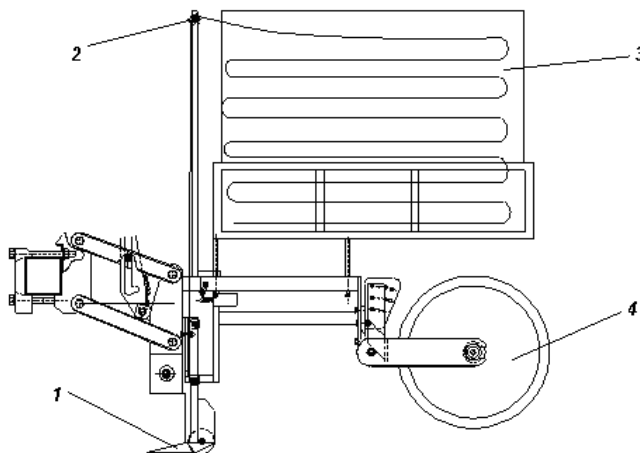
Лъчезар Йорданов

**Controller for one channel to drill for sowing with biodegradable tape:** This publication presents a controller for one channel to drill for precise sowing biodegradable tape, tracking the movement of the tape. When the tape stopped issuing emergency signal to an onboard computer in the tractor cab. When you stay less than 10 m by the end of the tape is sent a warning signal to the onboard computer. Developed controller minimizes the length of the sown area to less than 12 seed pieces at a rate of sowing 5 km/h.

**Key words:** seeder, precision sowing, electronic system, biodegradable tape, microcontroller

### ВЪВЕДЕНИЕ

Като нов принцип и съвременно решение за точна сеитба на окопни и зеленчукови култури, е предложена технологична схема на машина за точна сеитба с биоразградима лента, с вградени в нея на точно разстояние семена, която е показана на фигура 1 [4, 5]. Сеялката се състои от рама, поставена на две опорни колела (на фигурата не са показани), към която са монтирани работните секции. Всяка от тях включва браздообразуващ работен орган – 1, кутия 3 с намотана зигзагообразно лента, към кутията е закрепена ролката 2, притъпкващо колело 4.



**Фиг. 1. Технологична схема на работна секция, работеща с биоразградима лента: 1 – браздообразуващ орган; 2 – първа водеща ролка; 3 – кутия с биоразградима лента; 4 – притъпкващо колело.**

Избраният технологичен принцип за дозиране на семената е работещ, но е необходимо да се отчете, че лентата е с ограничена дължина. Биоразградимата лента може да се скъса или свърши и да се прекрати полагането ѝ в почвата, тъй като по време на работа върху машината въздействат редица случайни смущения. Възможно е по време на работа да настъпи скъсване поради заклиняване на водещите елементи по пътя на движение на лентата, поради резки колебания на постъпателната скорост на агрегата, намаляване здравината на лентата при опън и др.

При използване на сеялки за окопни и зърнени култури от класически тип прекъсването на нормалната работа е проблем, за решаването на който се

предлагат конструктивни и технически решения, като например възможност за контрол чрез създаване на видимост на потока семена или вграждане на оптични сензори и съответни електронни блокове за контрол и сигнализация. Първият метод не изисква специални технически средства, но е субективен и има непредсказуемо време за реакция, в общия случай, което води до нарастване на незасетите площи и силно снижаване на качеството на сеитбата.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Усъвършенстването на сеялката за точна сеитба за работа с екологична биоразградима лента налага разработване на съответни устройства за електронен контрол. Вариантът за оптичен контрол се оказва неудачен поради необходимостта от специално маркиране на лентата, което налага определени изисквания към машината, на която се подготвя. Един от вариантите за техническо решение е контролиране по време на сеитбата на целостта и наличието на биоразградима лента, чрез следене на въртенето на една от ролките по пътя на движението на лентата. Този метод е осъществим без сложни и скъпи технически средства, достатъчно надежден и лесно приложим. При този метод за сеитба, проблем се оказва нарушаване на целостта (скъсване) на биоразградимата лента с вградени семена. Най-често или най-голяма е вероятността това да се случи в участъка след изхода от кутията.

Разработената нова сеялка за точна сеитба с биоразградима лента изисква и разработването на система за контрол на нейната работа. След анализът на техническите решения за контрол движението на лентата с различни типове първични преобразуватели е избран първичен преобразувател с индуктивен сензор [6] да следи движението на ролката позиция 2 (фигура 1) респективно биоразградимата лента със семена. Допълнително на оста на ролката е монтиран метален диск с изрязани четири ъглови сектора. Наличието на метал пред сензора генерира положителен импулси на изхода. Решенията на системите за отчитане на импулсни поредици от сензори следят за наличие на импулси, импулси с определена честота или измерват времето между тях [1, 2, 3]. При превишаване/намаляване на предварително зададената големина, честота или интервалите между импулсите, се издава съответният сигнал.

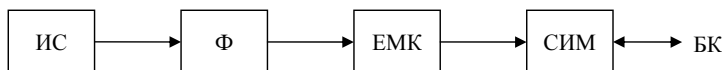
Мястото на монтиране на сензора за движение на лентата е избрано възможно най-близко до касетата с лентата – т.е. следи въртенето на първата ролка (позиция 2 на фигура 1). Така се гарантира максимален резерв от време до изчерпването на лентата при скъсване и респективно минимална незасята площ до спирането на агрегата след сигнализация в кабината на трактора.

В [3] е направена оценка на дължината на незасят участък от реда при скъсване или свършване на лентата със семена. Аварийен сигнал от контролера на канала се подава при изчерпване на лентата в касетата, когато краят ѝ премине през водещата ролка 2 (фигура 1). Пътят, изминат от трактора до спирането му, се определя по посочената в [3] зависимост.

Времето за реакция на електронната система  $t_{pec}$  при скъсване/свършване на лентата със семена е описано в [3]. Според дадените зависимости [3] при номинална работна скорост на движение на агрегата 5 km/h, брой на изрезите в диска – 4 и радиус на ролката 0,03 m, времето за реакция на електронната система за контрол на сеитбата е 0,1 s.

Времето на реакция трябва да е съобразено с минималната работна скорост на сеялката, за да се гарантира коректната работа на системата за контрол. Например, ако тя се приеме за 3 km/h, тогава времето за реакция на системата е  $t_{pec} = 0,17$  s. Максималното време, зададено на контролера за един канал на сеялката ще е равно на времето за реакция на системата  $t_{max} = t_{pec} = 0,17$  s.

Структурната схема на създадения контролер с едночипов микрокомпютър (ЕМК) за един канал на сеялка за точна сеитба с биоразградима лента е показана на фигура 2. Контролерът използва сигнала от индуктивен сензор ИС и има формирова̀тел на сигнал (Ф), едночипов микрокомпютър (ЕМК) и сериен интерфейсен модул (СИМ). Последният служи за обмяна на информация между контролера на канала и бордовия компютър (БК) в кабината на трактора. Формирова̀телят на сигнала Ф преобразува нивата на сигналите от сензора в нива за обработване от ЕМК.



**Фиг. 2. Структурна схема на контролера за един канал на сеялка за точна сеитба с биоразградима лента.**

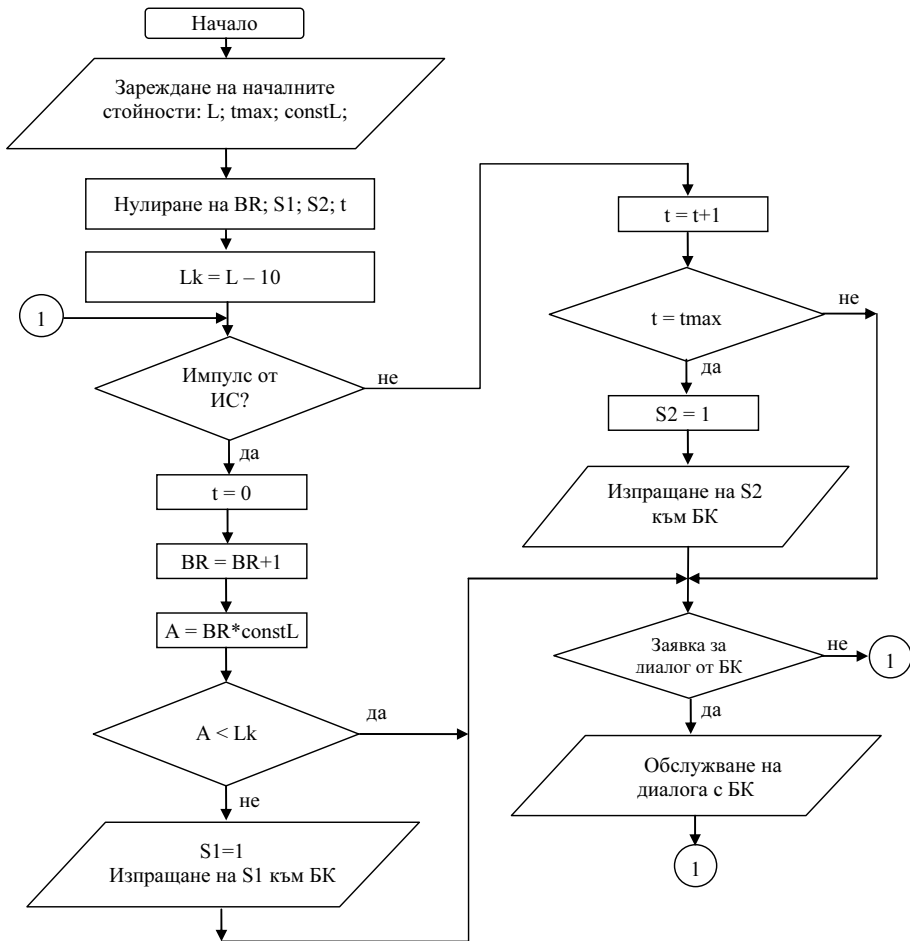
**ИС – индуктивен сензор; Ф – формирова̀тел на сигнала; ЕМК – едночипов микрокомпютър; сериен СИМ – интерфейсен модул**

Контролерът следи сигналите от индуктивния сензор като измерва тяхната честота и количество. При възникнали аварийни събития издава съответния сигнал към бордовия компютър в кабината на трактора.

Реализираният контролер на канала измерва времето между импулсите от сензора и при превишаването му издава аварийен сигнал, т.е. предупреждение за скъсана биоразградима лента. Измерва дължината на преминалата биоразградима лента за засяване и при достигане на последните десет метра издава предупредителен сигнал към БК. Това намалява дължината на не засятата площ. Контролерът е разработен с ЕМК C8951F410 на фирмата Silicon Labs [7].

От бордовия компютър към контролерът на канала се подава информация за: дължината на лентата при зареждане на нова касета с лента; промяната на големината на интервалите между импулсите от сензора; изменението на работната скорост на агрегата/трактора и на дължината на преминалата лента между два импулса от сензора, т.е. при промяна на диаметъра на ролката (позиция 2 на фигура 1).

Блок–схемата на алгоритъма на работа на контролера за един канал с ЕМК на сеялка за точна сеитба с биоразградима лента е показан на фигура 3. След стартиране на контролера се зареждат началните стойности за:  $L$  – дължината на заредената биоразградима лента в касетата;  $t_{\max}$  – максималното време между два импулса от сензора,  $S1$  – за приближаване края на лентата;  $S2$  – сигнализация за скъсана лента;  $\text{const}L$  – дължината на преминалата лента за засяване, която се използва за изчисляване дължината на засятата биоразградима лента и както беше споменато по-горе зависи от диаметъра на ролката позиция 2 (фигура 1). Нулират се работните клетки:  $BR$  – за измерване броя на импулсите от сензора ИС;  $S1$  и  $S2$  – флагове за аварийните сигнали;  $t$  – за измерване времето между два импулса от сензора;  $L_k$  – дължината на биоразградимата лента намалена с 10 m. Стартира се цикъл за проверка на наличие на импулси (Проверка 1); измерване на времето между импулсите от сензора; измерване на дължината на засятата лента и събития за сигнализация.



Фиг. 3. Блок-схема на алгоритъма на работа на контролера

$L$  – дължина на биоразградима лента в касетата;  $t_{\max}$  – максималното време между два импулса от сензора;  $S1$  – сигнал за приближаване края на лентата, изпраща се при оставящи по-малко от десет метра до края на биоразградимата лента;  $S2$  – сигнал за скъсана лента;  $A$  – променлива за дължината на преминалата лента;  $Lk$  – дължина на лентата за предупреждение за приближаващият ѝ край;

**Проверка 1:** В началото на безкрайния цикъл се проверява за постъпил импулс от сензора. При отрицателен резултат, липса на сигнал от сензора, се увеличава броячът за време и се преминава към проверка за превишаване на времето  $t_{\max}$  – "Проверка 3". Ако има импулс се преминава към нулиране на брояча за време  $t$ ; увеличаване на брояча на импулсите  $BR$  от сензора и проверка за дължината на засятата лента. След проверката на дължината на засятата лента, ако отговорът е отрицателен се преминава към "Проверка 2". При положителен отговор, когато

остатъкът с незасята лента е по-малък от 10 m, се изпраща сигнал S1 към БК и се преминава към "Проверка 2".

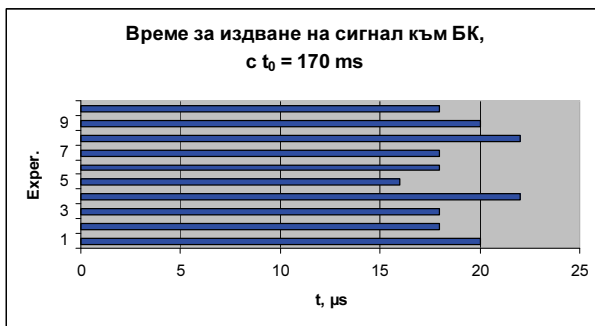
Системният тактов генератор за основната базата за време на контролера, генерира сигнали с период 1 ms. След всеки генериран импулс се увеличава броят за  $t$ . Извършва се проверка за времето  $t > t_{max}$ . При положителен отговор се издава аварийен сигнал S2, предупреждение за скъсване/край на биоразградимата лентата със семена, след което се преминава към "Проверка 2" за проверка при подадена заявка за диалог от БК. Ако времето не превишава  $t_{max}$  се продължава към "Проверка 2".

**Проверка 2:** Проверка за подадена заявка за диалог от БК. При положителен отговор се обслужва заявката за диалог, след което се преминава към "Проверка 1", а при отрицателен отговор – към "Проверка 1".

**Проверка 3:** Проверява се за превишаване на времето  $t_{max}$  между два импулса от сензора. При отрицателен отговор се преминава към "Проверка 2". При положителен отговор се изпраща сигнал S2 към БК за скъсване/край на биоразградимата лентата със семена.

Бяха проведени експерименти за измерване времето за издаване на сигнал S2 към БК, чрез генериране по случаен принцип на момента на спиране на импулсната поредица от сензора.

На фигура 4 е изобразено времето за издаване на сигнал към БК в трактора за спряло движение на биоразградимата лента, с момент  $t_0 = 170$  ms, времето зададено за изчакване



**Фиг. 4. Време за издаване на сигнал към БК от контролера за канал. За начален момент на диаграмата е зададено времето  $t_{max} = 170$  ms, т.е. отчетено е само чистото време за издаване на сигнала.**

На контролерът, за следене движението на биоразградимата лента при засяване за един канал, е зададено максимално време за изчакване на импулси от сензора  $t_{max} = 170$  ms и същата стойност е зададена за начало на графиката. На графиката е отчетено само чистото време за издаване на сигнала към БК в трактора, след изтичане на време  $t_{max}$ . От фигурата се вижда, че максималното време за издаване на сигнала е по-малко от 25  $\mu$ s. Това време е много по-малко от времето за реакция на тракториста и агрегата.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предварителните изследвания на контрола с ЕМК за един канал на сеялката с биоразградима лента доказва нейната функционална годност и

възможност за повишаване качеството на сеитбата /по отношение на равномерността и спазване на нормата/.

2. При нормална работна скорост на сеитбения агрегат 5 km/h, време за реакция на контролера на канала, БК и тракториста е  $\approx 1,0$  sec, спиращен път около 1 m и при скъсване на лентата в близост до почвата, максималният незасят участък е 10-12 броя семена.

3. При условията посочени в извод 2 и скъсване на лентата в близост до сензора, незасетите семена в един ред ще бъдат 5-6 броя.

4. Измерването на дължината на засятата лента позволява системата да издаде предварителен предупредителен сигнал за край на лентата, което намалява дължината на незасетия участък до 0,5 m или 2-3 бр. семена, тъй като водача на трактора вече е предупреден.

5. От проведените експерименти се установи, че максималното време за издаване на аварийен сигнал към БК е по-малко от 25  $\mu$ s.

### **Благодарности**

Публикацията е реализирана по проект по ФНИ 2011 АИФ-01 – “Моделиране и анализ на процесите в земеделието”.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Кръстев, Г., Н. Костадинов, Б. Христов, Х. Авакян. Един подход за измерване на моментна честота на въртене и формиране на ъгъла на изпреварване на запалването на система за диагностика на бензинови двигатели. Научна конференция РУ&СУ'10, 29-30.10.2010, Русе 2010.

[2] Кръстев, Г., Б. Христов. Микрокомпютърен уред за диагностика на автомобилни двигатели. Известия на съюза на учените - Русе, 1/09, Серия "Технически науки" №1, 2009

[3] Михайлов, М., Л. Йорданов, Хр. Христов, Система за контрол на полагането на биоразградима лента в почвата при машини за точна сеитба. Научна конференция РУ&СУ'11, 28-29.10.2011, Русе 2011.

[4] Vassilev, K.A.; G. Mitev, Hr. Hristov, Influence of Alternative methods for exact drilling on some economic indexes on the sunflower growing technology. Proceedings of Scientific Research Conference, Rouse University, 2009.

[5] Mitev, G., Alternative Tools and Methods for Improvement of Agricultural Production Systems. Presentation. Technology Transfer Center, Rouse University, 2009.

[6] Фирмена литература на Schneider Electric: <http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/bg/>.

[7] Фирмена литература на Silicon Labs:<http://www.silabs.com> .

### **За контакти:**

гл. ас. маг. инж. Лъчезар Лазаров Йорданов, Катедра “Компютърни системи и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 859, e-mail: liordanov@ecs.uni-ruse.bg

**Докладът е рецензиран.**