

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРВОГО МЕХАНИЗИРОВАННОГО УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Зыкин Евгений Сергеевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ; директор Технологического института-филиала ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

**Курдюмов Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ  
432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422)55-95-95;  
e-mail: evg-zykin@yandex.ru

*Ключевые слова:* энергосбережение, энергия, технология, почва, растениеводство, возделывание

Проведенный анализ методов формирования и расчета оценочных показателей технических средств ухода за посевами пропашных культур по гребневой технологии показал, что в теории определения геометрических размеров и форм поверхностей рабочих элементов пропашных культиваторов в настоящее время остались вопросы, которые не решены. Кроме того, полученные данные исследований многочисленных ученых не могут быть применены к новым рабочим органам с плоскими дисками для пропашного культиватора. Следовательно, требуется дополнительное теоретическое и экспериментальное подтверждение оптимальности значений конструктивно-режимных параметров указанных выше рабочих органов культиватора. Для механизированного ухода за посевами пропашных культур по гребневой технологии предложен рабочий орган культиватора с плоским диском, устанавливаемый на отечественный или импортный пропашной культиватор. Предложенный рабочий орган культиватора позволит подрезать сорняки в междурядьях посевов культурных растений, а также присыпать слоем почвы не подрезанные сорняки на боковых сторонах гребней и между стеблями возделываемой культуры на верхнем основании гребня почвы. В статье рассмотрен процесс формирования вторичных гребней почвы рабочими органами с плоскими дисками при моделировании первого механизированного ухода за посевами пропашных культур в лабораторных условиях. Учитывая агротехнические требования и физико-механические свойства почвы, принят эталонный профиль гребня почвы, образующийся при механизированном уходе за посевами, который условно можно принять идеальным, а также оригинальный критерий оптимизации  $k_{\text{с}}$ . После практической реализации исследований в почвенном канале и статистической обработки полученных данных были выведены соответствующие уравнения, в которых независимые факторы процесса выражены в натуральных и в кодированных значениях. Выявлено, что изменение скорости перемещения культиватора в пределах 1,2...2,4 м/с, углов атаки  $\alpha$  плоских дисков - от 5° до 20° увеличивает дальность отбрасывания почвы и толщину присыпаемой почвы на боковые стороны и верхнее основание первичного гребня ( $k_{\text{с}} \rightarrow \max$ ). При углах  $\alpha$  атаки плоских дисков в пределах 25°...30° и скорости перемещения культиватора от 1,2 м/с до 1,6 м/с происходит возрастание толщины присыпаемых слоев  $h_{\text{пр}}$ , а коэффициент  $k_{\text{с}}$  максимален ( $k_{\text{с}} = 0,98$  при диаметре плоских дисков 0,3 м).

**Работа выполняется в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук МД-2259.2020.8.**

### **Введение**

В настоящее время, кроме механизированного способа ухода за посевами пропашных культур, применяют химический способ – об-

работку гербицидами избирательного действия или комбинированный, совмещающий механический и химический способы. Известно, что «применение химических средств защиты растений,

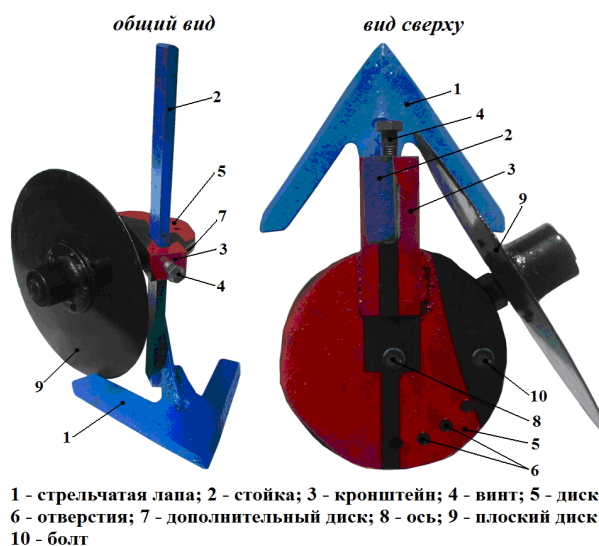
кроме положительного момента – уничтожение сорняков до 70 %, имеет и отрицательное – уменьшение урожайности выращиваемых культур до 15 %» [1, 2].

Анализируя различные технические средства, предназначенные для механизированной обработки междурядий в посевах пропашных культур, можно заключить, что практическое применение серийных рабочих органов пропашных культиваторов не обеспечивает уничтожение сорняков в защитных зонах рядков и верхних основаниях гребней почвы между культурными растениями [1, 2].

Проведенный анализ методов формирования и расчета оценочных показателей технических средств ухода за посевами пропашных культур по гребневой технологии показал, что в теории определения геометрических размеров и форм поверхностей рабочих элементов пропашных культиваторов в настоящее время остались вопросы, которые не решены. Кроме того, полученные данные исследований многочисленных ученых не могут быть применены к новым рабочим органам с плоскими дисками для пропашного культиватора. Следовательно, требуется дополнительное теоретическое и экспериментальное подтверждение оптимальности значений конструктивно-режимных параметров указанных выше рабочих органов культиватора.

#### Материалы и методы исследований

Для механизированной обработки междурядий в посевах по гребневой технологии предложен рабочий орган культиватора с плоским диском, устанавливаемый на отечественный или импортный пропашной культиватор. Предложенный рабочий орган культиватора позволяет подрезать сорняки в междурядьях посевов культурных растений, а также присыпать подрезанные сорняки на боковых сторонах гребней и между стеблями возделываемой культуры на верхнем основании гребня почвы [2].

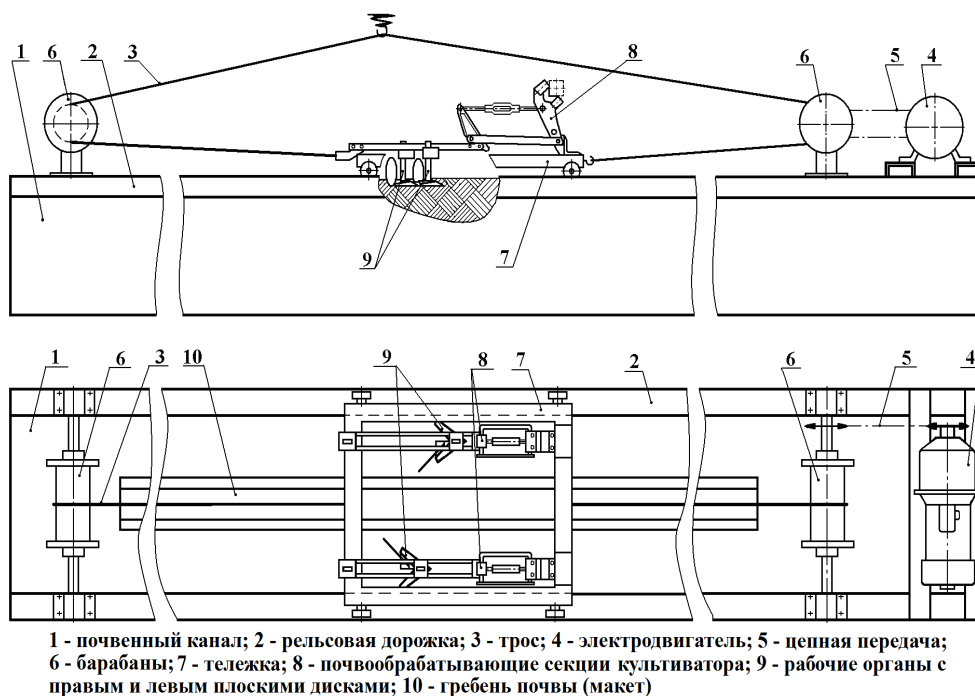


1 - стрелчатая лапа; 2 - стойка; 3 - кронштейн; 4 - винт; 5 - диск; 6 - отверстия; 7 - дополнительный диск; 8 - ось; 9 - плоский диск; 10 - болт

**Рис. 1 – Рабочий орган с плоским диском гребневой сеялки**

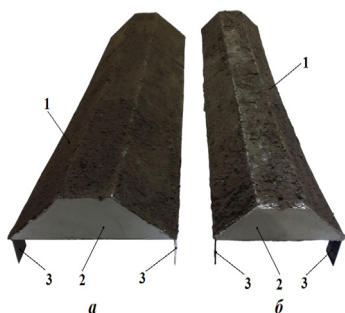
Рабочий орган пропашного культиватора, оснащенный плоским диском (рис. 1), выполнен в соответствии с патентами РФ на изобретения №№, 2475008, 2475009, 2464755, 2477034, 2477593, 2471327, 2494590, 2464756, 2466520.

Конструкцией предложенного рабочего органа культиватора предусмотрена возможность изменения угла атаки плоских дисков и величины их внедрения в почву, т.к. эти параметры сильно влияют на качество обработки и размеры гребня почвы, сформированного при посевах.



1 - почвенный канал; 2 - рельсовая дорожка; 3 - трос; 4 - электродвигатель; 5 - цепная передача; 6 - барабаны; 7 - тележка; 8 - почвообрабатывающие секции культиватора; 9 - рабочие органы с правым и левым плоскими дисками; 10 - гребень почвы (макет)

**Рис. 2 – Лабораторный комплекс для проведения исследований рабочих органов пропашных культиваторов**



**Рис. 3 – Макет гребня почвы, сформированного при посеве: 1 - трапециевидный каркас; 2 – ребра; 3 – зацепы**



**Рис. 4 – Поперечное сечение вторичного гребня почвы, сформированного рабочими органами с плоскими дисками после первой механизированной обработки посевов**

В процессе лабораторных исследований предложенного рабочего органа применяли комплекс (рис. 2), включающий почвенный канал и измерительные приборы. На тележку устанавливали две секции от культиватора со сменными рабочими органами различных размеров. В почвенный канал дополнительно между секциями с рабочими органами устанавливали макеты гребней почвы, размеры которых соответствовали размерам гребней почвы, сформированным при посеве в полевых условиях.

Почвообрабатывающие секции культиватора с рабочими органами перемещали на тележке по рельсовой дорожке электродвигателем посредством троса, цепной передачи и барабанов.

Для приближения условий проведения лабораторных исследований к условиям реальных производственных исследований и обеспечения соответствующего коэффициента трения почвы о почву на боковые стороны и верхнее основание макета гребня (рис. 3) приклеили почву, идентичную почве в канале. В нижней части макета гребня установили зацепы для предотвращения его смещения с поверхности канала при силовом воздействии на макет отбрасыва-

емой почвы [2].

Рабочие органы с плоскими дисками в лабораторных условиях исследовали в полном соответствии с требованиями ГОСТа при влажности почвы в канале 19...23 % [17, 18].

Геометрические размеры сформированного рабочими органами с плоскими дисками вторичного гребня почвы, образованного при моделировании первой механизированной обработки (рис. 4), контролировали оригинальным устройством, новизна которого подтверждена патентами РФ № 148575 и № 150391.

С помощью предварительных поисковых исследований выявлено, что формирование вторичного гребня почвы, а, соответственно, и толщина присыпаемого на первичный гребень слоя почвы зависят от скорости движения культиватора и угла атаки плоских дисков рабочих органов.

Для совместной агротехнической оценки влияния варьируемых независимых факторов процесса механизированного ухода за посевами целесообразно применить такой параметр оптимизации, основной составляющей которого будет площадь поперечного сечения вторичного гребня почвы. Установлено, что толщина добавленного при первом механизированном уходе за посевами слоя почвы  $h_{пр} = 2...4$  см на боковых сторонах и верхнем основании первичного гребня почвы между культурными растениями [2] позволяет предотвратить или задержать прорастание всходов сорняков.

Таким образом, целесообразно применить эталонный профиль вторичного гребня почвы, образующегося при механизированном уходе за посевами с естественным осыпанием почвы с боковых сторон гребня под углом  $\gamma$ . Такой профиль вторичного гребня можно считать идеальным.

При различных сочетаниях варьируемых факторов и контакте плоских дисков с почвой поперечный профиль образованных гребней, как правило, выглядит следующим образом (рис. 5) [2]:

Полученные профили гребней сравнивали с эталонным профилем вторичного гребня почвы.

При механизированном уходе за посевами плоские диски должны отбрасывать разрыхленную стрельчатыми лапами почву из междурядий на верхнее основание и боковые стороны первичных гребней почвы, сформированных при посеве.

Глубина обработки почвы при первом ме-

ханизированной уходе за посевами составляла 5 см. При различных вариантах изменения угла атаки плоских дисков и скорости движения культиватора каждые 0,5 метра по длине канала измеряли толщину присыпаемых слоев почвы на макет гребня.

Критерием оптимизации при механизированной обработке междурядий в посевах пропашных культур служил оригинальный коэффициент соответствия эталону  $k_{\text{сэ}}$ , который позволяет оценить качество сформированных вторичных гребней путем присыпания слоя почвы необходимой толщины на первичный гребень, сформированный при посеве [1]:

$$k_{\text{сэ}} = 1 - \left| \frac{S_{\text{мол}}^{\text{эт}} - S_{\text{мол}}^{\text{ф}}}{S_{\text{мол}}^{\text{эт}}} \right|, \quad (1)$$

где « $S_{\text{мол}}^{\text{эт}}$  – эталонная площадь поперечного сечения гребня почвы при первой механизированной обработке,  $\text{м}^2$  (при среднем значении толщины  $h_{\text{пр}} = 0,03$  м площадь  $S_{\text{мол}}^{\text{эт}} = 0,0262$   $\text{м}^2$ ;  $S_{\text{мол}}^{\text{ф}}$  – фактическая площадь поперечного сечения вторичного гребня почвы, сформированного рабочими органами с плоскими дисками при первой механизированной обработке,  $\text{м}^2$ » [1].

Уровни варьирования независимых факторов при формировании вторичного гребня почвы представлены в таблице.

Выбор указанных в таблице пределов варьирования независимых факторов процесса обусловлен агротехническими требованиями и конструктивными особенностями рабочих органов.

#### Результаты исследований

Выраженные в натуральных значениях факторов уравнения регрессии, характеризующие изменение качества формирования вторичных гребней почвы при разных скоростях перемещения рабочих органов и углах атаки их плоских дисков диаметром 0,2 м; 0,25 м; 0,3 м и 0,35 м соответственно имеют вид:

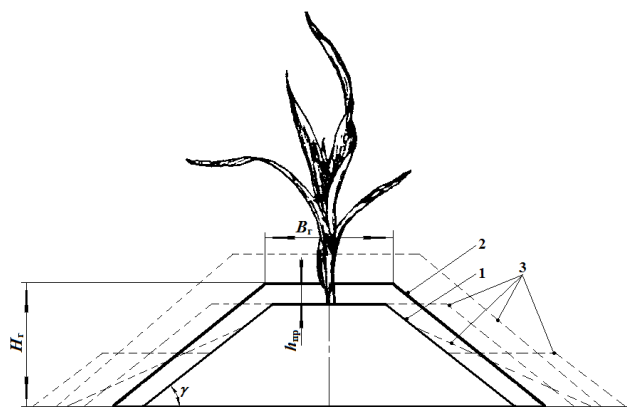


Рис. 5 – Профили гребней почвы, формируемые при механизированном уходе за посевами: 1 – первичный гребень почвы, сформированный при посеве; 2 – эталонный гребень почвы; 3 – возможные варианты;  $B_2$  – ширина верхнего основания гребня;  $H_2$  – высота гребня

$$k_{\text{сэ}} = -0,4526 + 0,4351v + 0,0515\alpha - 0,056v^2 - 0,0057v\alpha - 0,0005\alpha^2, \quad (2)$$

$$k_{\text{сэ}} = -0,4094 + 0,6114v + 0,0457\alpha - 0,105v^2 - 0,0059v\alpha - 0,0005\alpha^2, \quad (3)$$

$$k_{\text{сэ}} = -0,0884 + 0,4262v + 0,0615\alpha - 0,0681v^2 - 0,0073v\alpha - 0,0011\alpha^2, \quad (4)$$

$$k_{\text{сэ}} = 0,1061 + 0,3786v + 0,0463\alpha - 0,0781v^2 - 0,0083v\alpha - 0,0006\alpha^2, \quad (5)$$

где « $k_{\text{сэ}}$  – коэффициент соответствия эталону;  $v$  – скорость движения пропашного культиватора, м/с;  $\alpha$  – угол атаки плоского диска рабочего органа пропашного культиватора, град.» [1].

Результаты статистической оценки уравнений (2 – 5) показали, что полученные зависимости полностью удовлетворяют критериям Стьюдента, Фишера и Кохрена.

Графически поверхности отклика при разных вариантах сочетаний скорости перемещения рабочих органов с плоскими дисками и углов атаки плоских дисков при моделировании первого механизированного ухода за посевами представлены на рис. 6.

Регулирование скорости  $v$  рабочих органов в пределах 1,2...2,4 м/с без изменения угла атаки плоских дисков с диаметрами соответственно 0,2 м и 0,25 м (рис. 6 а, б) позволяет увеличить дальность отбрасывания почвы и толщину

Таблица

#### Уровни варьирования независимых факторов процесса формирования вторичного гребня почвы

Уровни и интервал варьирования	Варьируемые факторы		
	скорость перемещения рабочих органов $v$ , м/с	угол атаки плоских дисков рабочих органов $\alpha$ , град.	диаметр плоских дисков рабочих органов $d$ , м
верхний уровень (+1)	2,4	30	0,35
нижний уровень (-1)	1,2	5	0,20
основной уровень (0)	1,8	17,5	0,275
интервал варьирования, $\Delta x_i$	0,4	5	0,05



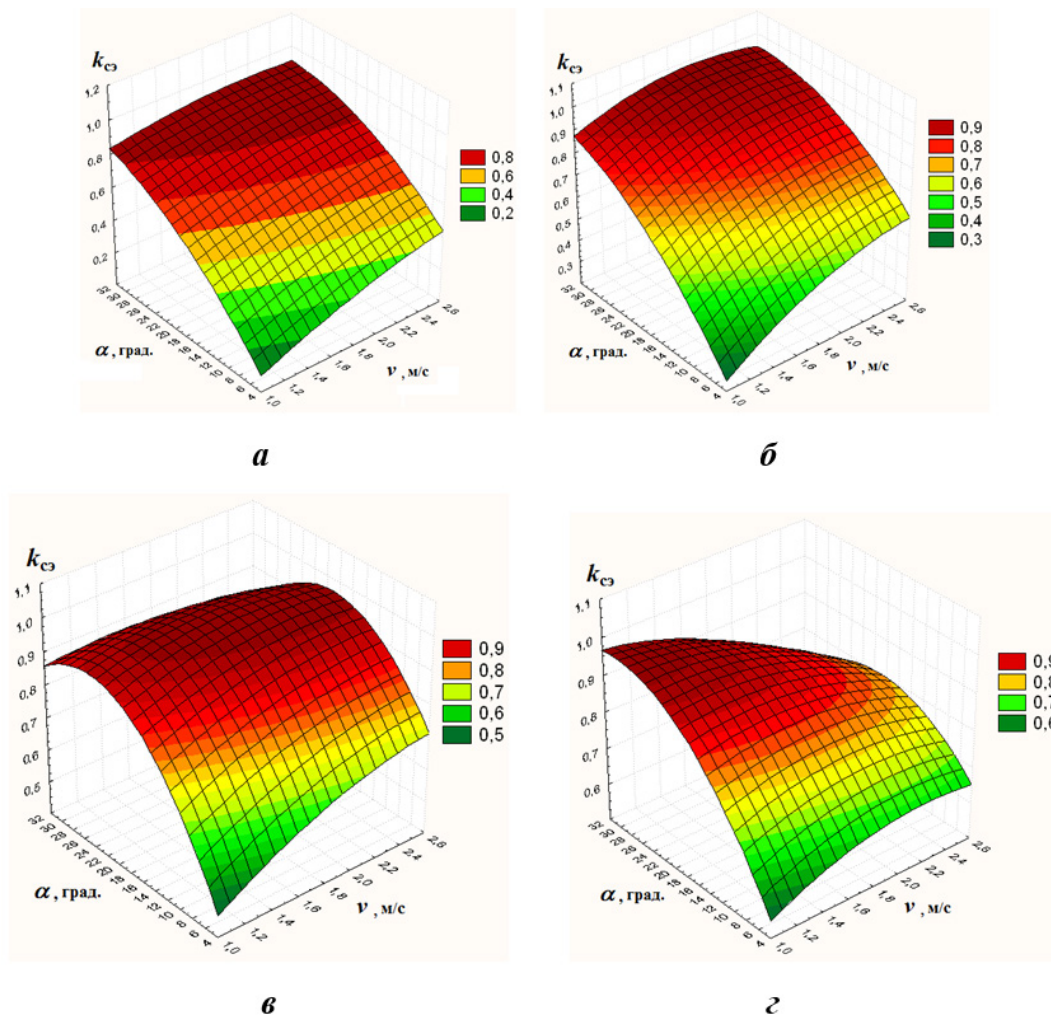


Рис. 6 – Зависимость качества формирования вторичного гребня почвы от скорости перемещения рабочих органов и углов атаки их плоских дисков при моделировании первой механизированной обработки междурядий: а –  $d = 0,2$  м; б –  $d = 0,25$  м; в –  $d = 0,3$  м; г –  $d = 0,35$  м

ну  $h_{пр}$  присыпаемых слоев на боковые стороны и верхнее основание первичного гребня почвы, т.е.  $k_{ср} \rightarrow \max$ . Кроме того, изменение угла атаки а плоских дисков от  $5^\circ$  до  $30^\circ$  на всех скоростных режимах культиватора приводит к увеличению  $k_{ср}$ , то есть, приближает профиль гребня почвы к эталонному.

Уравнения регрессии 2, 3, 4 и 5, моделирующие процесс первой механизированной обработки междурядий в кодированных значениях независимых факторов процесса, представлены ниже:

$$Y = 0,7125 + 0,008x_1 + 0,2654x_2 - 0,0202x_1^2 - 0,0436x_1x_2 - 0,0952x_2^2, \quad (6)$$

$$Y = 0,8229 + 0,0776x_1 + 0,2111x_2 - 0,0378x_1^2 - 0,0436x_1x_2 - 0,0841x_2^2, \quad (7)$$

$$Y = 0,977 + 0,0323x_1 + 0,1097x_2 - 0,0245x_1^2 - 0,0559x_1x_2 - 0,1865x_2^2, \quad (8)$$

$$Y = 0,8961 - 0,0289x_1 + 0,106x_2 - 0,0281x_1^2 - 0,0562x_1x_2 - 0,1081x_2^2, \quad (9)$$

где « $Y$  – коэффициент соответствия эталону;  $x_1$  – скорость перемещения рабочих органов с плоскими дисками пропашного культиватора;

$x_2$  – угол атаки плоских дисков» [1].

### Обсуждение

Экспериментальное исследование рабочих органов с плоскими дисками диаметром 0,3 м (рис. 6 в) позволило установить, что регулирование скорости  $v$  культиватора в интервале 1,2...2,4 м/с при углах атаки а плоских дисков от  $5^\circ$  до  $20^\circ$  приводит к отбрасыванию от дисков почвы на большее расстояние, а также к увеличению толщины  $h_{пр}$  присыпаемой почвы на боковых сторонах и верхней части первичного гребня ( $k_{ср} \rightarrow \max$ ). При близких к предельным углам атаки а плоских дисков ( $25^\circ$ ... $30^\circ$ ) и скорости культиватора от 1,2 м/с до 1,6 м/с происходит возрастание толщины присыпаемого слоя  $h_{пр}$ , а коэффициент  $k_{ср}$  максимален ( $k_{ср} = 0,98$ ). Дальнейшее увеличение скорости  $v$  перемещения культиватора от 2,0 м/с до 2,4 м/с способствует максимизации толщины присыпаемых слоев ( $h_{пр} > 0,03$  м) и, естественно, приводит к образованию вторичного гребня почвы увели-

ченных размеров, а коэффициент  $k_{cs}$  при этом снижается.

При применении плоских дисков диаметром 0,35 м при моделировании первого механизированного ухода за посевами выявлено, что для получения максимального  $k_{cs}$  при  $\alpha = 5^\circ \dots 15^\circ$  предпочтительно увеличивать скорость  $v$  перемещения культиватора, которая оказывает на  $k_{cs}$  максимальный эффект. В случае изменения углов  $\alpha$  в пределах  $20^\circ \dots 30^\circ$  повышение скорости  $v$  культиватора от 1,6 м/с до 2,4 м/с способствует увеличению  $h_{np}$  более 0,03 м и, соответственно, формированию вторичного гребня почвы увеличенных размеров, т.е.  $S_{mo1}^{эт} < S_{mo1}^{\phi}$ . В этом случае энергозатраты растут, а  $k_{cs} \rightarrow \min$ .

#### **Заключение**

Проанализировав уравнения регрессии (6 – 9) можно заключить, что на параметр оптимизации  $Y$  и, соответственно на качество формирования вторичного гребня почвы угол атаки плоских дисков оказывает наибольший эффект. Скорость перемещения рабочих органов в установленных пределах (1,2...2,4 м/с) влияет на параметр  $Y$  в меньшей степени.

Максимальное качество формирования вторичного гребня почвы при оптимальном сочетании факторов  $x_1$  и  $x_2$  достигается при оснащении рабочих органов плоскими дисками диаметром 0,3 м.

#### **Библиографический список**

1. Зыкин, Е. С. Разработка и обоснование технологии и средств механизации гребневого возделывания пропашных культур : спец. 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Зыкин Евгений Сергеевич; Уфа. – Ульяновск, 2017. – 46 с.

2. Зыкин, Е. С. Разработка и обоснование технологии и средств механизации гребневого возделывания пропашных культур : спец. 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Зыкин Евгений Сергеевич; Уфа. – Ульяновск, 2017. – 637 с.

3. Милюткин, В. А. The highly efficient unit for in-soil fertilizer application extender with cultivator Cenius – TX (Amazonen-Werke, JSC «Evrotekhnik») technology No-Till, Mini-Till and the Crest-Ridge / В. А. Милюткин, В. Э. Буксман // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XIV Международной на-

учной конференции. - 2017. – С. 488-493.

3. Милюткин, В. А. Возможности повышения продуктивности сельхозугодий влагосберегающими технологиями высокоэффективной техникой «AMAZONEN-WERKE» / В. А. Милюткин, А. П. Цирулев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса : материалы Международной научно-практической конференции. – Курган : Курганская ГСХА им. Т. С. Мальцева, 2016. – С. 220-224.

5. Милюткин, В. А. Энерго-ресурсо-влагосберегающие технологии в земледелии и рекомендуемые комплексы машин / В. А. Милюткин, С. А. Толпекин, В. В. Орлов // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях : материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016. – С. 232-236.

6. Милюткин, В. А. «Strip-Till» - энерго-ресурсо-влагосберегающая технология подготовки почвы для пропашных культур / В. А. Милюткин, В. В. Орлов // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы VII Международной научно-практической конференции. – Ульяновск : Ульяновская ГСХА им. П. А. Столыпина, 2016. – С. 259-264.

7. Милюткин, В. А. Почвозащитные сельскохозяйственные технологии и техника для возделывания сельскохозяйственных культур / В. А. Милюткин, Н. В. Долгоруков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. - № 3. – С. 37-44.

8. Рембалович, Георгий Константинович. Повышение эффективности уборки картофеля на тяжелых суглинистых почвах совершенствованием сепарирующих органов комбайнов : монография / Г. К. Рембалович. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2014. – 301 с. (ISBN: 978-5-98660-212-1)

9. Блочно-модульный агрегат для возделывания пропашных культур / А. В. Балашов, А. Н. Омаров, Ж. Ж. Зайнушев, А. И. Завражнов, С. В. Соловьев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. - № 2. – С. 163-170.

10. Возделывание сои в Ульяновской области : практические рекомендации / А. В. Дозоров, А. Ю. Наумов, Ю. В. Ермошкин, М. Н. Гаранин, А. В. Воронин, Ю. М. Рахимова. – Ульяновск : УГСХА им. П. А. Столыпина, 2014. – 59 с.

11. Емельянов, П. А. Теоретические и экспериментальные исследования дискового заделывающего органа лукопосадочной машины : монография / П. А. Емельянов, А. В. Сибирев, А. Г. Аксенов. – Пенза : Пензенская ГСХА, 2015. – 174 с. (ISBN : 978-5-94338-449-4)

12. Сыдык, Д. А. Рекомендация по ресурсосберегающей технологии возделывания зерновых колосовых культур в условиях богарного земледелия южного Казахстана / Д. А. Сыдык, А. Д. Карабалаева, М. А. Сыдыков. – Шымкент, 2014. – 19 с. (ISBN 9965-32-4922-2)

13. Akramkhanov, A. Technology of planting crops along the ridges / A. Akramkhanov // TECHNOLOGIES & BEST PRACTICES FACTSHEET. – URL : <http://www.cacilm.org/articles/detail/493> (Дата обращения 20.10.2019 г.).

14. Ерзамаев, М. П. Повышение эффективности использования пахотных агрегатов / М. П. Ерзамаев, Д. С. Сазонов, Е. О. Саломатов // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – Кинель : Самарская ГСХА, 2017. – С. 689-692.

15. Дозоров, А. В. Разработка технологических приемов возделывания сои в условиях

лесостепи Среднего Поволжья : монография / А. В. Дозоров, Ю. В. Ермошкин. – Ульяновск : УГСХА им. П. А. Столыпина, 2014. – 163 с. (ISBN 978-5-905970-42-9)

16. Зазуля, А. Н. Решение проектно-конструкторских задач по созданию посевных комплексов с использованием прикладного программного обеспечения / А. Н. Зазуля, К. В. Немтинов // Наука в центральной России. – 2016. – № 1 (19). – С. 5-14.

17. ГОСТ Р 54783-2011. Испытания сельскохозяйственной техники : введен 2011-12-13 : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 995-ст, г. Москва. – Москва : Издательство стандартов, 2011. – 23 с.

18. ГОСТ Р 54784-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров : введен 2012-03-01 : Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 996-ст, г. Москва. – Москва : Издательство стандартов, 2012. – 23 с.

## PROCESS MODELING OF THE FIRST MECHANICAL CROP TENDING OF CULTIVATED CROP IN LABORATORY CONDITIONS

Zykin E.S., Kurdumov V.I.

432017, Ulyanovsk, Novy Venets boulevard, 1; tel.: 8(8422)55-95-95;

e-mail: evg-zykin@yandex.ru

Key words: energy saving, energy, technology, soil, crop science, cultivation

Conducted analysis of calculation methods of estimated figures of facilities for crop tending of cultivated crop according to hilled technology showed that in the theories of determination of geometrical dimensions and shapes of working parts surfaces of inter-row cultivator now some points are left, which are not solved. Besides, obtained data from studies of many scientists can be applied to new working tool with flat discs for inter-row cultivator. Consequently, additional theoretical and empirical support of optimal constructive-operating conditions of above mentioned working tools of inter-row cultivator is demanded. For mechanized crop tending of cultivated crop according to hilled technology we offered working tool of inter-row cultivator with flat disc, set for native or foreign inter-row cultivator. Offered working tool of cultivator will allow to clip off pest in seed inter rows of cultivated plants, and also dust not cut pests on the flanks of ridges and between culms of cultivated crop on upper base of soil rigs. In the article process of formation of secondary soil rigs by working tools with flat discs during modeling the first mechanized crop tending of cultivated crops in laboratory conditions is observed. Considering agrotechnical requirements and physical mechanical properties of soil, reference profile of soil rigs is accepted, forming during mechanized crop tending, which conditionally can accept as ideal, and an original optimization criterion  $K_{\text{св}}$ . After practical realization of research in soil box and statistical treatment of obtained data fit equations were got, in which independent factors of process took the form of natural and coded levels. It was found out that speed change of cultivator moving within 1,2...2,4 m/s, angled  $\alpha$  of flat disk approach angle from  $5^\circ$  to  $20^\circ$ , increases the range of soil throwing away and width of soil dust on the flanks and upper base of the first soil rigs ( $K_{\text{св}} \rightarrow \text{max}$ ). At the angle of  $\alpha$  attack of flat discs within  $25^\circ$ ... $30^\circ$  and cultivator conveying speed from 1,2 m/s to 1,6 m/s there is growth of width of dusted layers  $h_{\text{дп}}$ , an coefficient  $k_{\text{св}}$  is maximum ( $k_{\text{св}} = 0,98$  with diameter of flat discs 0,3 m).

### Bibliography

1. Zykin, E. S. Development and arguments of techniques and measures of hilled row crop production mechanization : spec. 05.20.01 Techniques and measures of mechanization of agriculture : abstract for Academic Degree of the Doctor of technical science / Zykin Evgeny Sergeevich ; Ufa. – Ulyanovsk, 2017. – 46 p.

2. Zykin, E. S. Development and arguments of techniques and measures of hilled row crop production mechanization : spec. 05.20.01 Techniques and measures of mechanization of agriculture : abstract for Academic Degree of the Doctor of technical science / Zykin Evgeny Sergeevich ; Ufa. – Ulyanovsk, 2017. – 637 p.

3. Milyutkin, V. A. The highly efficient unit for in-soil fertilizer application xtender with cultivator Cenius – TX (Amazonen-Werke, JSC «Evrotekhnika») technology No-Till, Mini-Till and the Crest-Ridge / V. A. Milyutkin, V. E. Buksman // Agroecological aspects of sustainable AIC development : materials of the XIV International scientific conference. - 2017. – P. 488-493.

3. Milyutkin, V. A. Possibility of productivization of farmlands with moisture-saving technologies of high technology «AMAZONEN-WERKE» / V. A. Milyutkin, A. P. Tsiurlev // Current status and perspectives of Agroindustrial complex : materials of International research to practice conference. – Kurgan : Kurgan SAA named after T. S. Maltsev, 2016. – P. 220-224.

5. Milyutkin, V. A. Energy- resource-moisture saving technologies in agriculture and recommended machine complexes / V. A. Milyutkin, S. A. Tolpekin, V. V. Orlov // *Strategic benchmarks of innovative AIC development in modern economic conditions : materials of International research to practice conference*. – Volgograd : Volgograd SAU, 2016. – P. 232-236.
6. Milyutkin, V. A. «Strip-Till» - energy-resource-moisture saving preparartin technology of soil for cultivation crops / V. A. Milyutkin, V. V. Orlov // *Agrarian research and education in modern types of development: experience, problems and solutions : materials of the VII International research to practice conference*. – Ulyanovsk : Ukyanovsk SAA named after P. A. Stolypin, 2016. – P. 259-264.
7. Milyutkin, V. A. Soil- protective agricultural technologies and equipments for crop growing / V. A. Milyutkin, N. V. Dolgorukov // *Izvestiya of Samara state agricultural university*. – 2014. - № 3. – P. 37-44.
8. Rembalovich, Georgy Konstantinovich. Effectivization of potato harvest on hard loamy soil by advancing separating combine harvester tools : monograph / G. K. Rembalovich. – Ryazan : Ryazan state agro technological university named after P. A. Kostychev, 2014. – 301 p. (ISBN: 978-5-98660-212-1)
9. Block – modular device for row crop production / A. V. Balashov, A. N. Omarov, Zh. Zh. Zaynushev, A. I. Zavrazhnov, S. V. Solovyev // *Vestnik of Michurin state agrarian university*. – 2015. - № 2. – P. 163-170.
10. Soya cultivation in Ulyanovsk region / A. V. Dozorov, A. Yu. Naumov, Yu. V. Ermoshkin, M. N. Garanin, A. V. Voronin, Yu. M. Rakhimova. – Ulyanovsk : USAA named after P. A. Stolypin, 2014. – 59 p.
11. Emelyanov, P. A. Theoretic and experimental research of disc covering shovel of onion planting machine : monograph / P. A. Emelyanov, A. V. Sibirev, A. G. Aksenov. – Penza : Penza SAA, 2015. – 174 p. (ISBN : 978-5-94338-449-4)
12. Sydyk, D. A. Recommendations on alternative technology of spiked cereals cultivation in conditions of dry agriculture of South Khazakhstan / D. A. Sydyk, A. D. Karabalaeva, M. A. Sydykov. – Shymkent, 2014. – 19 p. (ISBN 9965-32-4922-2)
13. Akramkhanov, A. Technology of planting crops along the ridges / A. Akramkhanov // *TECHNOLOGIES & BEST PRACTICES FACTSHEET*. – URL : <http://www.cacilm.org/articles/detail/493> (Reference data 20.10.2019).
14. Erzamaev, M. P. Effectivization of plowing units use / M. P. Erzamaev, D. S. Sazonov, E. O. Salomatov // *Innovative achievements of science and technology of AIC : proceedings of International research to practice conference– Kinel : Samara SAA, 2017. - P. 689-692.*
15. Dozorov, A. V. Development of processing methods of soya cultivation in conditions of forest steppe of Middle Volga region : monograph / A. V. Dozorov, Yu. V. Ermoshkin. – Ulyanovsk : USAA named after P. A. Stoloypin, 2014. – 163 p. (ISBN 978-5-905970-42-9)
16. Zazulya, A. N. Solution a drawing and designing tasks on sowing machine establishment with the use of application programs/ A. N. Zazulya, K. V. Nemtinov // *Science in Central Russia*. – 2016. - № 1 (19). – P. 5-14.
17. GOST R 54783-2011. Agricultural equipment trial runs : added in 2011-12-13 : accepted and signed into law by the order of Federal Technical Regulation and Metrology Agency from 13 December 2011 № 995-st, Moscow. . – Moscow : Publishing house of standards, 2011. – 23 p.
18. GOST R 54784-2011. Agricultural equipment trial runs. Estimation techniques of technical parameters : added in 2012-03-01 : accepted and signed into law by the order of Federal Technical Regulation and Metrology Agency from 13 December 2011 № 996-st, Moscow. – Moscow : Publishing house of standards, 2012. – 23 p.