

УДК 631.316.22

UDC 631.316.22

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ С ПОВЫШЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ КРОШЕНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ**

**EXPERIMENT OF DEFINITION OF OPTIMAL PARAMETERS OF TOOL CONSTRUCTION-TECHNOLOGIC IDEA FOR CHISEL WITH HIGH DEGREE OF CRUMBLE OF CULTIVATE LAYER**

Тарасенко Борис Фёдорович  
к.т.н., доцент  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Tarasenko Boris Fedorovich  
Cand.Tech.Sci., assistant professor  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Представлены анализ механизированных процессов обработки почвы и эксперименты по оптимизации рабочего органа чизельного плуга с повышенной степенью крошения пахотного слоя

The analysis of mechanized processes of bursting and experiment of definition of optimal parameters of tool of chisel plough with high degree of crumble of cultivate layer are presented

Ключевые слова: РЫХЛЕНИЕ ЧИЗЕЛЬНОЕ, НОВЫЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ (СТОЙКИ С СОСТАВНЫМИ ЛАПАМИ ИЗ N-ДОЛОТ), ЭКСПЕРИМЕНТ, ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Keywords: CHISEL, NEW WORKING TOOLS (STANDARDS AND SHOVELS CONSIST OF N-CHISEL), EXPERIMENT, OPTIMAL PARAMETERS

Интенсивное освоение земель на Кубани резко обозначило две проблемы: энергетическую связанную с ростом затрат энергии из-за применения многооперационности, большой номенклатуры машин (из-за несовершенства применяемых в почвообработке технологий и машин), и экологическую связанную со снижением плодородия из-за влияния механического воздействия на структуру почвы (из-за эрозии, дефляции и т.д.). Перспективным направлением решения данных проблем является внедрение безотвальной обработки почвы, у которой наиболее эффективна обработка плугом ПЧН [1].

Однако недостатками механизированного процесса рыхления без оборота пласта (чизелевании) стрельчатой лапой плуга ПЧН подсушенной почвы является то, что получают крупные комки 150-170мм. После такой почвообработки необходимы дополнительные проходы и дополнительные затраты энергии на разбивание глыб.

С целью снижения комковатости почвы при обработке за один проход, но при обеспечении выноса на поверхность пашни остатков растительных материалов, и соответственно снижения затрат энергии, нами,

при помощи поисковых методов исследований [2], разработан рыхлитель с рабочими органами в виде стоек оснащённых составными чизельными лапами (долотами) [3].

Однако для рабочих органов рыхлителя необходима оптимизация конструктивных параметров и проверка качества обработки почвы.

Для выхода из сложившейся ситуации нами поставлены следующие **задачи исследований.**

1. Оптимизировать конструктивные параметры рабочих органов оснащённых составными (из п-долот) лапами рыхлителя чизельного.

2. Экспериментально проверить качество обработки почвы.

Реализация задач исследований осуществлена следующим образом.

1. Оптимизация параметров выполнена при помощи спроектированного и изготовленного нами в учебных мастерских Кубанского госагроуниверситета экспериментального образца рабочего органа (рисунок 1), который содержит стойку 1 и, составленную из 7-штук С-образных долот 2 при помощи трубчатых кронштейнов 3, чизельную лапу.

При работе таким рабочим органом на среднее долото приходится самый большой угол скалывания  $Q_c$  поэтому для него самое высокое тяговое сопротивление, а на других за счёт заблокированного резания тяговое сопротивление почвы должно быть меньше на 17-20% [4].

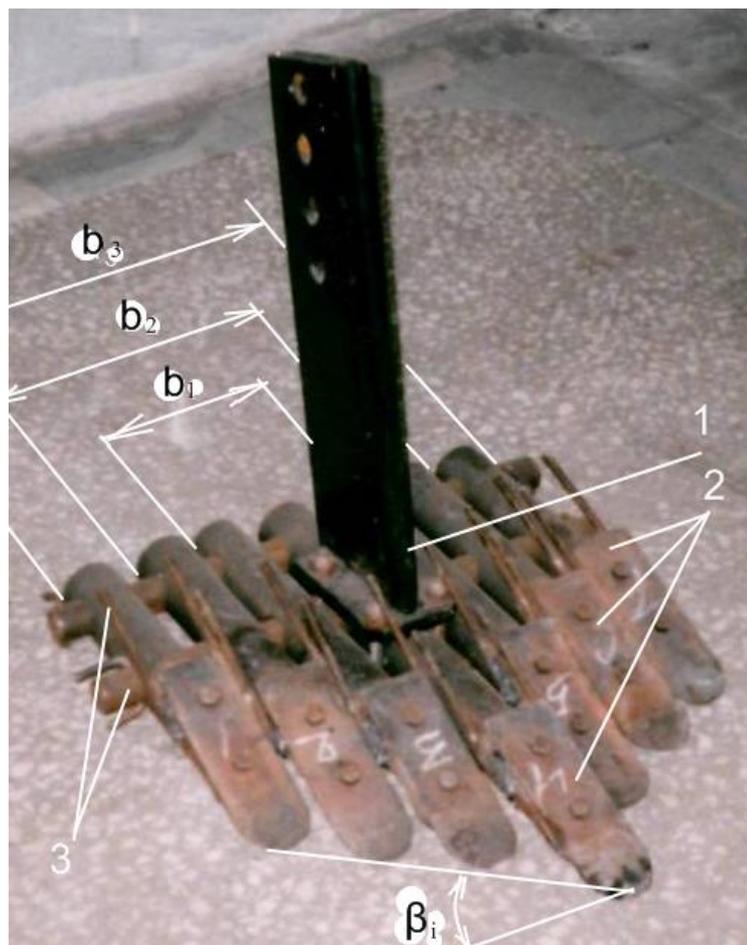


Рисунок 1 – Рабочий орган с составной лапой

Исследования по оптимизации выполнены с использованием методов планирования экспериментов по симметричному композиционному плану типа  $V_k$  (звёздные точки равны  $\pm 1$ ) согласно разработанной нами программе для ЭВМ в системе Mathcad [5, 6, 7]. При этом при анализе факторов определено, что существенными (переменными) факторами, влияющими на величину тягового сопротивления, являются общая ширина лапы  $b_i$  и угол расстановки составных её частей (долот с шириной равной 70мм)  $\beta_i$ . При этом часть конструктивных параметров лапы приняты такими, как у плуга чизельного навесного типа ПЧН [1] (задний угол  $\varepsilon=10-13^\circ$ , угол заточки  $\gamma=25^\circ$ ), а технологические факторы глубина обработки, скорость обработки были приняты близкими к первичным требованиям  $30\pm 1$ см, до-9км/ч соответственно.

Остальные факторы (полевая влажность, полная влагоёмкость, объёмная масса почвы, удельная масса почвы, пористость, плотность почвы, значение средней твёрдости) существенных отклонений не имели. Они проверялись при помощи однофакторных экспериментов, согласно методикам Н.А. Качинского (ГОСТ 20915-75).

Уровни факторов (таблица 1) выбраны «стандартным образом» т.е. так, чтобы их оптимальные значения попадали в центр варьирования.

Таблица – 1 Факторы, интервалы и уровни варьирования

Переменные факторы	Кодированные обозначения, $X_i$	Интервал варьирования, $\Delta_i$	Уровни факторов		
			+1	0	-1
Общая ширина лапы $X_1$ ( $b_j$ ), мм	$x_1$	140	490	350	210
Угол расстановки $X_2$ ( $\beta_i$ ), град.	$x_2$	22,5	45	22,5	0

$x_1$  – кодированные обозначения ширины лапы, которая имеет интервал варьирования от  $b_{\min}=210$ мм до  $b_{\max}=490$ мм, а за середину интервала принята ширина лапы  $b_0=350$ мм;

$x_2$  – кодированные обозначения угла расстановки долот с интервалом варьирования от  $\beta_{\min}=0^\circ$  до  $\beta_{\max}=45^\circ$ , а за середину интервала принят угол расстановки  $\beta_0=22,5^\circ$ .

Перевод значений действительных в кодированные значения осуществлён согласно формуле

$$x_i = \frac{X_i + X_{i0}}{\Delta_i}, \tag{1}$$

где,  $X_i$  – значение действительного  $i$ -го фактора;  
 $X_{i0}$  – значение  $i$ -го фактора в середине интервала;  
 $\Delta_i$  – интервал варьирования.

В таблице 2 представлена матрица планирования двухфакторного эксперимента по программе МНК типа В<sub>к</sub>.

Таблица 2 – Матрица планирования эксперимента по определению тягового сопротивления лапы от ширины захвата лапы (b) и угла расстановки долот (β)

п/№	Натуральные значения факторов		Кодированные значения факторов		Отклик, Н
	b, мм	β, град.	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	
1	490	45	+	+	7000
2	490	0	+	-	13200
3	210	45	-	+	6500
4	210	0	-	-	6600
5	490	22,5	+	0	14500
6	210	22,5	-	0	4800
7	350	45	0	+	8000
8	350	0	0	-	7500
9	350	22,5	0	0	8000
10	350	22,5	0	0	7100
11	350	22,5	0	0	7250
12	350	22,5	0	0	7200

Эксперимент проведен рандомизировано во времени, то есть в случайной последовательности для исключения влияния систематических ошибок, вызванных внешними факторами (например, неточный контроль и т.д.).

В результате математической обработки экспериментальных данных определены коэффициенты, и получено следующее уравнение регрессии 2-го порядка в каноническом виде, для определения тягового сопротивления Y(x), Н рабочего органа

$$Y(x)=15905,22-74,77x_1+27,08x_2+0,15x_1 x-0,48x_1^2+2,16x_2^2 \quad (2)$$

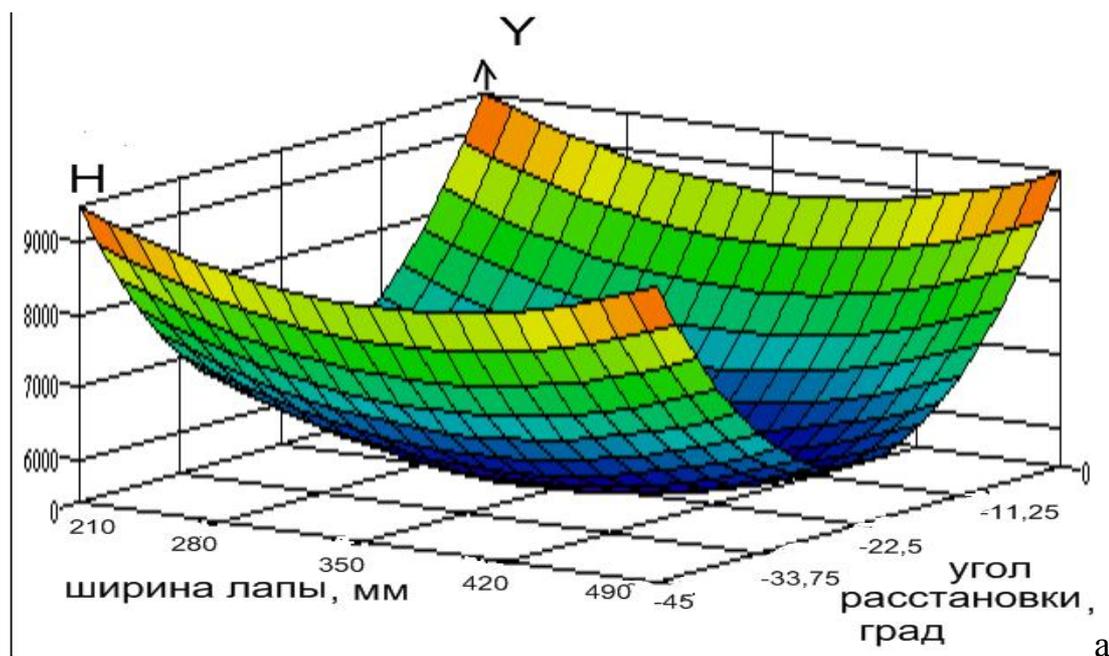
Полученные коэффициенты проверены по критерию Стьюдента, а уравнение (2) – по критерию Фишера. Дифференцируя уравнение, по каждой из переменных и приравнивая производные нулю, получаем систему линейных уравнений. Решив систему линейных уравнений, находим координаты центра отклика: в кодированных значениях  $x_1=-0,435$  и  $x_2=0,17$ , что соответствует в действительных значениях  $X_1=289,1\text{мм}$ ,  $X_2=25,8^\circ$ . Найденные значения подставляем в исходное уравнение (1) и находим значение параметра в центре поверхности отклика. Значение оптимальной величины тягового сопротивления рабочего органа  $Y_s = 5446,3\text{Н}$

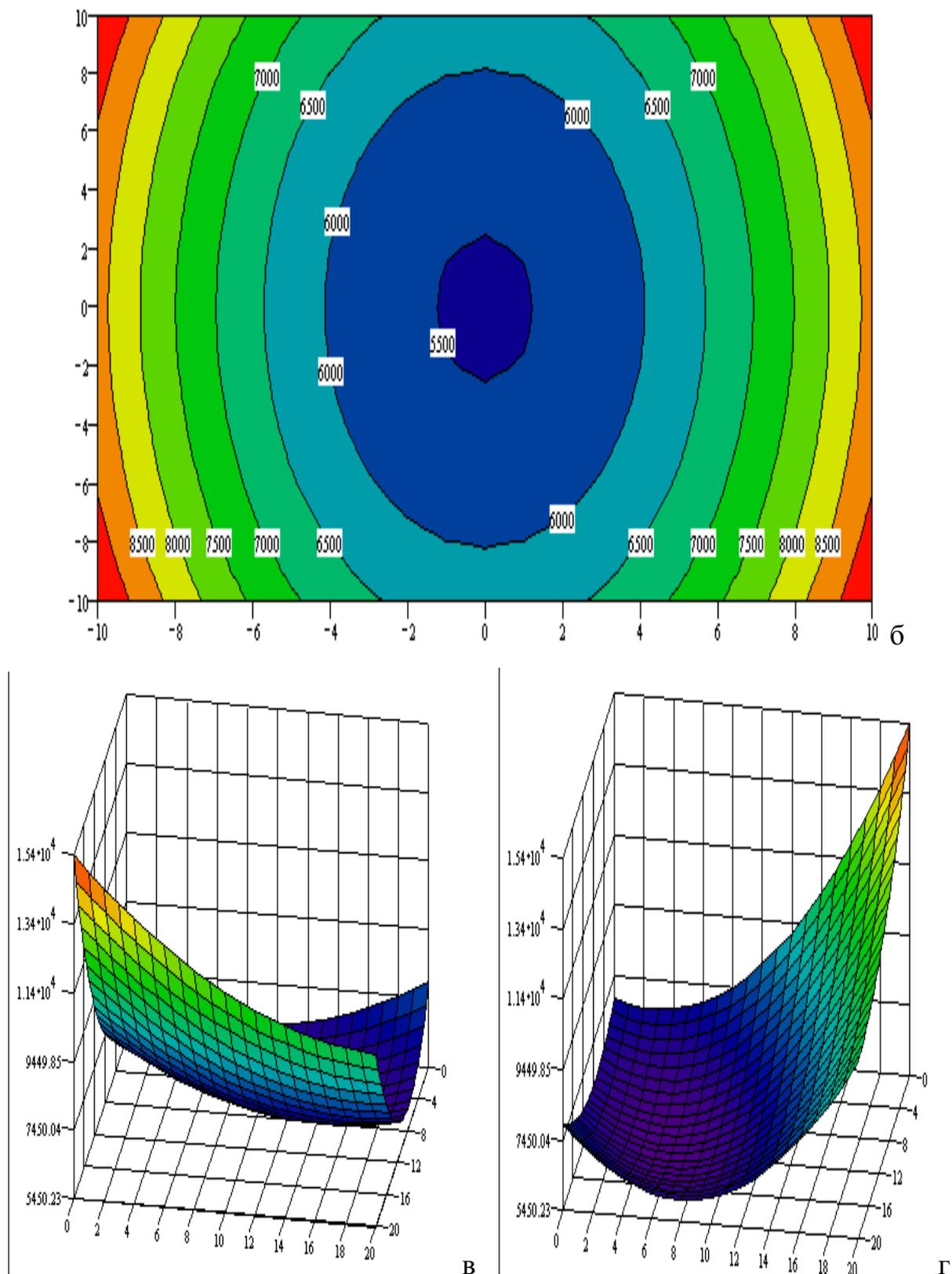
Для анализа факторов после канонического преобразования получаем уравнение

$$Y - Y_s = -0,48x_1^2 + 2,16x_2^2 \quad (3)$$

Где  $Y_s$  – оптимальная величина тягового сопротивления рабочего органа, Н.

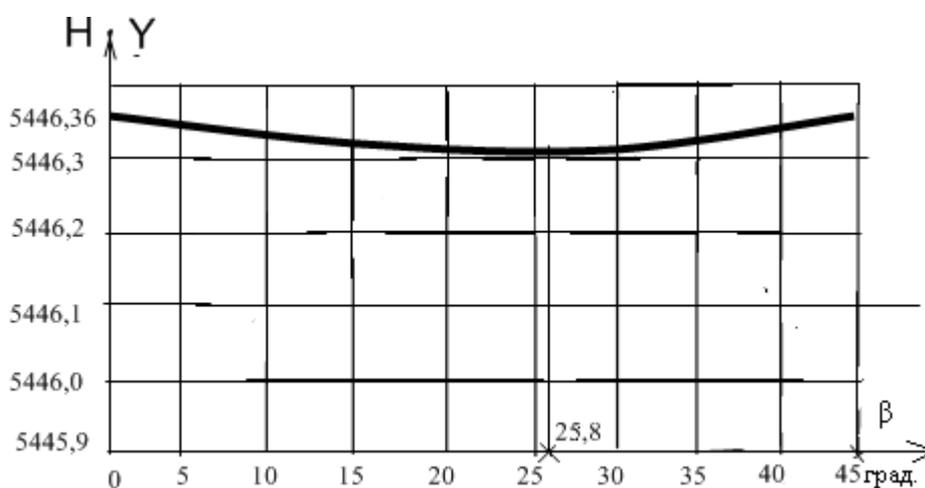
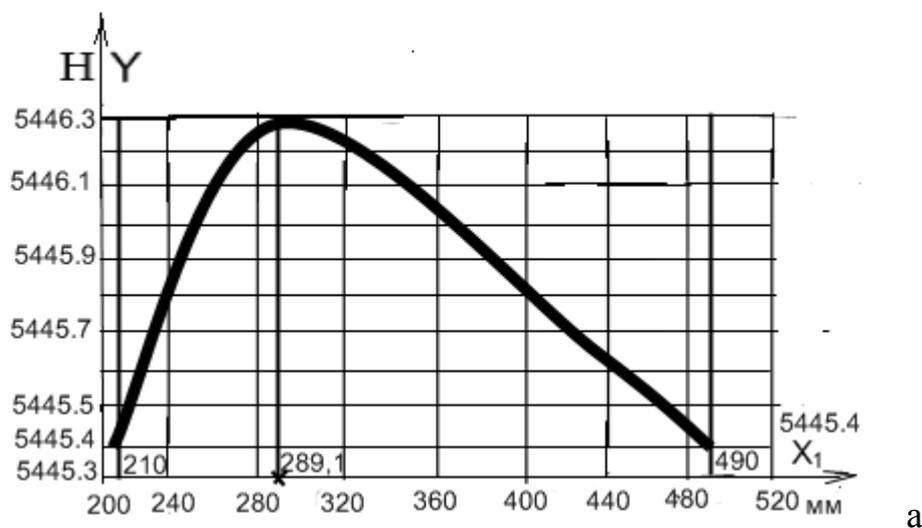
Согласно уравнению (3) поверхность отклика тягового сопротивления рабочего органа от ширины лапы  $b$  и угла расстановки долот  $\beta$ , поверхность отклика в изолиниях и графики имеют следующие виды (рисунок 3).





а – поверхности отклика; б – двухмерное сечение; в – графики  
 Рисунок 3 – Поверхности зависимости тягового сопротивления от угла расстановки и ширины лапы

При фиксированном значении конструктивного параметра  $X_1$  или параметра  $X_2$  (находящихся в центре плана) величина тягового сопротивления рабочего органа  $Y$  определяемая из уравнения (3) максимальна и равна 5446,3Н, а для ширины лапы  $b_1=210$ мм,  $b_3=490$ мм, или угле расстановки долот  $\beta_{\min}=0$ ,  $\beta_{\max}=45^\circ$ , величины ( $Y$ ) равны соответственно 5445,4 и 5446,36Н (рисунок 4).



а – при фиксированном параметре  $X_1$ ;

б – при фиксированном параметре  $X_2$ ;

Рисунок 4 – Зависимость тягового сопротивления рабочего органа от  $b_i$  и  $\beta_j$

2. Исследования качества плоскорезной обработки почвы чизельным плугом с рабочим органом в виде стойки с лапой, составленной при помощи семи, имеющих каждое ширину размером 70мм, долот показали, что в

сравнении с обработкой плугом ПЧН, имеющей крупные комки размером 150-170мм, получен за один проход в основном (более 70%) мелкокомковатый агрегатный состав почвы. Кроме этого при обработке почвы также обеспечивается гладкий и ровный рельеф без заделки стерни и вынос корней сорняков в верхние слои почвы.

**Выводы.** Поставленные задачи выполнены.

1. Оптимизированы методом планирования эксперимента с использованием  $V_k$  плана параметры управляемых факторов экспериментального рабочего органа. Их результаты: ширина лапы,  $b=289,1$ мм; угол расстановки,  $\beta=25,8^\circ$ ; тяговое сопротивление,  $Y_s=5446,3$ Н.

2. Экспериментами подтверждено получение за один проход более 70% мелкокомковатого агрегатного состава почвы в пахотном слое.

#### Список использованной литературы

1. Рис: Новые сорта и энергосберегающие технологии его возделывания в Краснодарском крае (научно-методическая разработка). / Зеленский Г.Л., Чеботарёв М.И., Трубилин Е.И. и др. Краснодар: КубГАУ. 1997. 96с.

2. Методы решения производственных задач (практическое пособие). / Свиткин М.З., Рахлин К.М., Мацута В.Д. Санкт-Петербург: Малое научно-производственное и сервисное предприятие «КОНФЛАКС», 1992. 96с.

3. Патент РФ №2214076, А01В13/08, БИ №29, 2003. Устройство для безотвальной вспашки.

4. Машиностроение – энциклопедия в сорока томах. / Главный редактор академик Фролов К.В. М.: «Машиностроение», 1998. С 112-177.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2009613080, дата регистрации – 15 июня 2009г. Определение оптимальных параметров составной чизельной лапы.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2009613304, дата регистрации – 25 июня 2009г. Зависимость тягового сопротивления составной чизельной лапы от ширины захвата и угла расстановки по высоте.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2009613744, дата регистрации – 14 июля 2009г. Графики параметров составной чизельной лапы.