

**ГРУЗИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**на правах рукописи**

**Торикашвили Коба**

**Подбор и усовершенствование машинной технологии  
и технических средств для возделывания сельско-  
хозяйственных культур в малых фермерских хозяйствах  
(на примере щидакарталинского региона)**

**Специальность 05.20.01-Механизация сельскохозяйственного  
производства**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Тбилиси – 2006**

Работа выполнена в Грузинском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства им. К.М.Амираджиби

Научный руководитель **Махароблидзе Реваз**, академик АСХН Грузии,  
доктор технических наук, профессор, лауреат  
Государственной Премии

Официальные опоненты:

доктор технических наук, 05.20.01

кандидат технических наук, 05.20.01

Защита диссертации состоится – 2006г.в 12 часов на заседании диссертационного совета Т.05.20.№1 Грузинского Государственного сельскохозяйственного университета по адресу: г. Тбилиси, аллея Давида Агмашенебели,13-ый км.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Грузинского государственного сельскохозяйственного университета.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006г.

Ученый секретарь диссертационного  
совета, академик АСХН Грузии, доктор  
технических наук, профессор

**Д. Кацитадзе**

## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В связи с формированием новых форм хозяйственности, ранее внедренные технологии и системы машин сельскохозяйственного производства стали нерентабельными и, в некоторых случаях, неприемлемыми. В нынешних условиях стало необходимо применение научно обоснованных методов управления, рациональных способов агробизнеса, высоких технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур с соответствующей системой машин.

В результате приватизации, значительная часть сельскохозяйственных угодий перешла во владение частных собственников в виде мелко-контурных участков. На базе этих участков организованы три категории мелких фермерских хозяйств: собственно мелкие фермерские, частные крестьянские и приусадебные хозяйства. На сегодняшний день в Грузии эти хозяйства и являются основными производителями сельскохозяйственных продуктов. Но отсутствие научно обоснованных, высоких машинных технологий и соответствующих комплексов машин обуславливает такую низкую продуктивность производства, как в общественных хозяйствах.

Разработка высоких машинных технологий, обоснование оптимальных систем почвообработки, разработка и внедрение соответствующих конструкций комплексных машин весьма актуальная проблема.

**Целью настоящей работы** является поиск и разработка необходимых рациональных машинных технологий с соответствующей системой машин, которая обеспечивает максимальную урожайность с минимальными энергетическими и финансовыми затратами.

Для достижения указанных целей необходимо решить следующие конкретные задачи:

- поиск, разработка и определение условий внедрения высоких машинных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур;
- уточнение системы машин, соответствующих высоким технологиям, подбор оптимальных энергетических средств для комбинированного агрегата, конструктивное усовершенствование и теоретическое обоснование технологических машин;
- оптимизация комплекса машин;
- экспериментальное исследование модернизированных машин;
- оценка экономической эффективности высокой технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

**Объекты исследования:**

- малые фермерские хозяйства шидакарталинского региона, конкретно малого фермерского хозяйства села верхнего Чочети Каспского района;
- комплексный агрегат для двухслойной обработки почвы.

**Научная новизна:**

- разработка высоких технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур для малых фермерских хозяйств;
- применение минитехники, как основных энергетических средств, уточнение высоких технологий с минитехникой, разработка системы минимальной обработки почвы для их выполнения с применением комплексных машин;
- подбор оптимального комплекса машин для малых фермерских хозяйств методом бизнес-плана;
- максимальное применение комплексных агрегатов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в малых фермерских хозяйствах;
- применение мотоблочного агрегата двухслойной обработки почвы при основной и предпосевной обработке почвы;

- выведение расчетных формул геометрических, кинематических, силовых и энергетических параметров комбинированного почвообрабатывающего агрегата с применением теории удара и элементов реологии;
- экспериментальное уточнение и теоретическое обоснование параметров комбинированного почвообрабатывающего агрегата.

***Практическая ценность работы:***

- разработана и применена в производстве высокая машинная технология производства и уборки сельскохозяйственных культур с применением комбинированных машин и комплекса технических средств малой механизации на сложно- и мелкоконтурных участках малых фермерских хозяйств.
- разработаны теоретические основы компоновки рабочих органов и расчета параметров при проектировании комбинированного почвообрабатывающего агрегата;
- применение комбинированного агрегата для двухслойной обработки почвы в малом фермерском хозяйстве села Чочети Каспского района;

***Апробация***

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены:

- на заседаниях координационного совета по механизации и электрификации академии сельскохозяйственных наук Грузии;
- на заседаниях научного совета научно-исследовательского института механизации и электрификации за 2004 – 2005 г.г.

***Публикация***

По теме диссертации опубликовано 8 научных статей.

***Объем работы***

Диссертация состоит из введения, шести глав, основных заключений и приложения. Работа содержит –114 печатных листов, 19 рисунков, 17 таблиц и список использованной литературы-79 наименований.

***Содержание работы:***

Во введении рассмотрены проблемы, создавшиеся в сельскохозяйственном производстве из-за различных форм производства и в условиях рыночных отношений, роль малой механизации в решении этих проблем и перспективы ее совершенствования.

***В первой главе*** отмечено, что в развитых странах зарубежья малые фермерские хозяйства являются основными производителями сельскохозяйственной продукции. После введения нового политического строя и рыночных взаимоотношений, значительная часть земельных угодий перешла во владение крестьян и на их базе основаны малые фермерские хозяйства с земельными угодьями с площадью участков 0,75 – 1,25га. В настоящее время приватизировано 789700га или 26,65% сельскохозяйственных угодий. По категориям угодий, максимально приватизированы пахотные земли и площади, занятые многолетними насаждениями. Сравнительно менее приватизированы сенокосы – 33% и пастбища 7%, что вызвано расположением угодий этих категорий в высокогорной зоне и тем, что они остались в общем владении сельского населения.

В результате приватизации в сельской местности основаны, в основном, две категории хозяйственности: крупные фермерские хозяйства с площадью угодий 50 – 100га и выше и малые фермерские хозяйства с площадью от 0,25 – 1,25 до 5га. Основными производителями сельскохозяйственных продуктов являются малые фермерские хозяйства. Среди этих хозяйств можно выделить приусадебные, с площадью участков 0,22 – 0,25 га, мелкие крестьянские с площадью участков 0,45га и малые фермерские, с площадью 0,75 – 1,25 га хозяйства..

Для успешного функционирования фермерского хозяйства необходимо определить его производственное направление. Менталитет грузинского крестьянина требует, чтобы все

возможные потребности семьи фермера на сельскохозяйственные продукты удовлетворялись собственным производством.

Исходя из отмеченного, среднегодовой потребный объем продукта для фермерской семьи можно определить по формуле:

$$Q = n N \quad (1)$$

где:

$Q$  - годовое потребное количество продукта для фермерской семьи, кг;

$n$  - количество душ в фермерской семье;

$N$  - нормативное количество продукта на одну душу, кг.

По потребному количеству продукта определяем площадь участка, занимаемого данной культурой:

$$F_i = \frac{Q_i}{q_i} \quad (2)$$

где:

$F_i$  - площадь занимаемая  $i$ -той культурой, га;

$Q_i$  - количество продукта  $i$ -той культуры, кг;

$q_i$  - урожайность  $i$ -той культуры, кг/м<sup>2</sup>.

Суммируя занимаемые отдельными культурами площади можно определить общую площадь под сельскохозяйственные культуры, необходимые для удовлетворения потребностей фермерской семьи:

$$F_c = 10^{-4} \sum_{i=1}^m F_i \quad (3)$$

где:

$F_c$  - суммарная площадь, занимаемая сельскохозяйственными культурами, га;

$F_i$  - площадь занимаемая  $i$ -той культурой, га;

$i = 1, 2, 3, \dots, m$  - количество сельскохозяйственных культур, возделываемых фермером.

Расчетная площадь достаточна только для получения сельскохозяйственных культур, возделываемых самим фермером, но существует перечень продуктов, которые нужно приобрести на рынке. Необходимы денежные средства для приобретения этих продуктов, можно получить реализацией продуктов, полученных фермером сверх потребного семей количества. Для этого необходимо увеличить расчетную площадь, полученную формулой 3:

$$F = (1,3 - 1,4) F_c \quad (4)$$

**Вторая глава** посвящена подбору и усовершенствованию высоких машинных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. Технологии возделывания, уборки и первичной переработки отдельных сельскохозяйственных культур содержат до 22 технологических операций, которые в основном выполняются агрегатами простых типов, что требует столько же проходов по почве тракторами тягового класса 30 – 14 килоньютон, что вызывает ухудшение почвенной структуры и нарушение водно-воздушного режима и, соответственно, приводит к уменьшению урожайности. Необходимо разработать, подогнанные к условиям многообразных форм хозяйственности, системы машинных технологий, которые будут учитывать материально-техническую вооруженность производителя, согласно его финансовым возможностям уровень интенсивности производства, природно-климатические условия и т.д. Они должны основываться на новейшие достижения биологической, инженерной и экономической наук.

Полученные после приватизации в частную собственность земельные угодья дали начало малым фермерским хозяйствам. Производственной базой малых фермерских хозяйств являются мелкоконтурные участки земли. Зарубежные фермеры производят

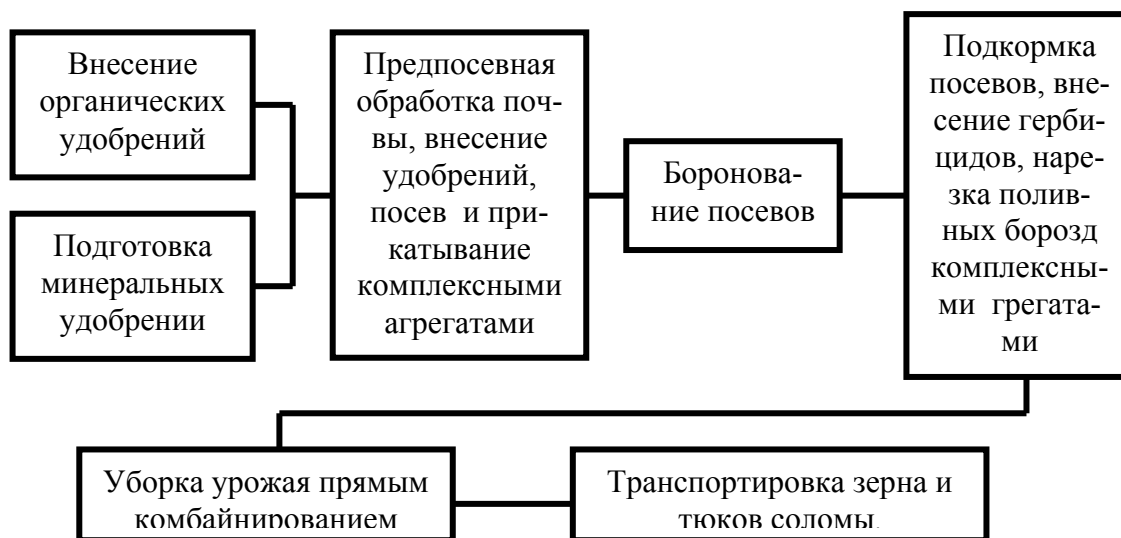
сельскохозяйственные продукты в количестве, которое удовлетворяет не только потребности собственного государства, но и производят продукты для реализации за рубежом. Эти показатели обуславливают специально разработанные для фермерских хозяйств технологии, технические средства и рациональные системы удобрений и средств защиты растений. Корректировка этих средств согласно условиям почвенно-климатической зоны дает им возможность получить урожай, максимально приближенный биологическим возможностям культуры. Совсем другое положение в Грузии. Здесь количество получаемых продуктов не превышает 55-65% биологических возможностей возделываемой культуры, что вызвано отсутствием разработанных специально для мелкоконтурных участков машинных технологий и подбора рациональных технических средств. Ввиду применяемых форм хозяйственности в малых фермерских хозяйствах, занимаемая площадь отдельными сельскохозяйственными культурами не превышает 0,3 – 0,35га. Исходя из этого для малых фермерских хозяйств необходимо рекомендовать применение минитракторов класса 2 килоньютон, мотоблоков и мотокультиваторов, т. е. средств малой механизации.

.. В Грузию в основном поступали мотоблок МБ-1 и мотокультиватор МК-2, а на месте изготовлялись мотоблок «Супер-610А» и минитрактор модели «722». На базе этой техники можно осуществить оптимальную машинную технологию.

В комплект представленной техники входят 6 наименований сельскохозяйственных машин. За последние годы в лаборатории механизации малых фермерских хозяйств Грузинского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства разработаны, изготовлены и опробованы с участием аспиранта, несколько конструкции машин к мотоблокам. Они изготовлены на опытном механическом заводе института и применяются в фермерском хозяйстве с. Земо Чочети.

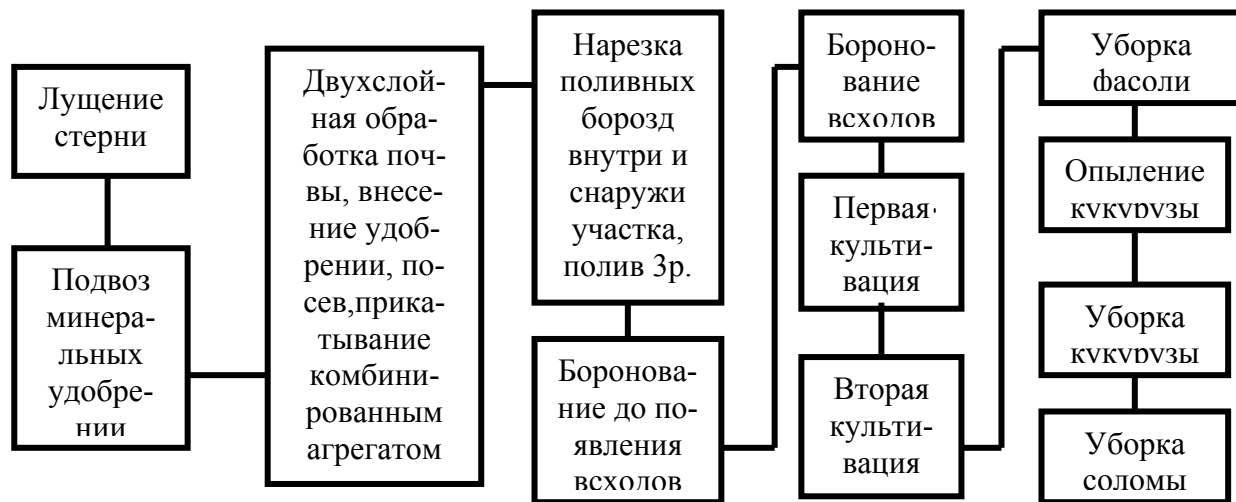
Наиболее применительна для малых фермерских хозяйств система минимальной обработки почвы с применением комплексных агрегатов. При возделывании колосовых целесообразно проведение предпосевной обработки почвы и посева комплексным агрегатом за один проход.

Из цикла обработки посевов комплексными агрегатами можно выполнить операции подкормки посевов, внесения гербицидов и нарезки поливных борозд. Итак, на мелко контурных участках машинную технологию возделывания Колосовых культур можно представить в виде нижеприведенной схемы:



Как указывает анализ представленной схемы, 22 операции нормальной технологии с применением комплексных агрегатов доведены до 7. Значительно уменьшены агротехнические сроки выполнения технологических процессов.

Технология возделывания и уборки смешанных посевов кукурузы с фасолью предусматривает двухслойную обработку почвы полосовым методом. Операции I цикла выполняются комплексным агрегатом за один проход, а остальные индивидуально. Анализ технологии указывает, что 22 технологические операции нормальной технологии доводятся до 12. Итак, предлагаемая нами технология представлено на нижеприведенной схеме:



Нами разработана машинная технология возделывания картофеля на сферических грядах («базо»). Предложенная машинная технология предусматривает одновременное выполнение технологических операций: сплошное фрезерование на глубине 10 – 12 см с заделкой органических удобрений, внесение минеральных удобрений вдоль посадочной полосы, расположение посадочного материала в посадочной полосе, в необходимых случаях нарезка поливочных полос, формирование сферической грядки. Этим количество технологических операций доводится до 5.

Указанная технология представлена на нижеприведенной схеме:



**Третья глава** посвящается вопросам оптимального подбора комплекса машин для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур в малых фермерских хозяйствах. Рассмотрены специфические условия определения номенклатурного и количественного состава машинного парка и некоторые методы его оптимизации.

II Процесс оптимизации осуществляется решением полинома критерия оптимизации на оптимум.

$$K = f(\Phi_t, \Phi_{\text{tex}}, \Phi_b) \quad (5)$$

Критерием оптимизации можно применить производительность агрегата, прямые и приведенные затраты. Допустим в малом фермерском хозяйстве возделывается  $n$ - культур, в каждой технологии с  $m$  – операцией и  $l$  – тягового класса агрегатов, производительность определяется по формуле  $W=f(B,V,T)$ , тогда задачу оптимизации комплекса машин можно представить в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l f(A_{ijk} V_{ijk} B_{ijk} T_{ijk}) \quad (6)$$

$\rightarrow \max$

При ограничениях:  $A \neq 0, V \neq 0, B \neq 0, T \neq 0$ .

При оптимизации по производительности можно получить ее такой рост, при котором возрастут приведенные затраты. По этому, за критерий оптимизации необходимо принять такой фактор, который предусматривает комплексную оптимизацию производительности и приведенных затрат. Таким параметром является приведенные эксплуатационные затраты:

$$C_{прив} = \frac{C_{прям}}{W_{час}} + C_{кап} \quad (7)$$

где:  $C_{прям}$  – прямые эксплуатационные затраты агрегата, лари;

$W_{час}$  – часовая производительность агрегата, га/час;

$C_{кап}$  – капитальные затраты на технологический процесс, лари.

В работе рассчитаны все величины, входящие в формулу 7 и после математических преобразований получен полином критерия оптимизации:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l A_{ijk} \left( \frac{B}{b_{ijk} V_{ijk} \tau_{ijk}} + \frac{D}{\tau_{ijk}} + E \right) \quad (8)$$

$\rightarrow \min$

где:  $A_{ijk}$  – тяговые характеристики агрегатов, участвующих в процессе оптимизации;

$B, D$  и  $E$  – коэффициенты, учитывающие постоянные величины, участвующие в процессе оптимизации;

$V_{ijk}$  – ширина захвата агрегата, м;

$\tau_{ijk}$  – скорость движения агрегата, км/час;

$i_{нк}$  – коэффициент использования сменного времени.

Представленная система оптимизации комплекса машин эффективен только в том случае, если технологический процесс выполняется на больших площадях с мощной техникой, когда затраты на использование техники составляют значительную часть общих затрат. Но в случае малых фермерских хозяйств, доля затрат на использование техники в общих затратах так мала, что рассмотренный метод не имеет эффекта оптимизаций. По этому, в этом случае эффективно применение выбора машин по бизнес-плану, т.е. оптимизация методом минимизации общих затрат.

Критерием оптимального выбора комплекса машин по бизнес-плану будет балансовая прибыль:

$$P_б = C_{дох} - C_{зат} \quad (9)$$

$\rightarrow \max$

где:  $P_б$  – балансовая прибыль, лари;

$C_{дох}$  - доход от реализации полученной сельскохозяйственной продукции, лари;

$C_{зат}$  - суммарные затраты на производство сельскохозяйственной продукции, лари.

Доходы получаемые реализацией продукции делятся на стоимости продуктов растениеводства и животноводства, значение которых даны в нижеследующих таблицах.

Сравнивая нормативные и полученные количества определяем количество продуктов для реализации. Соответственно добавочный доход хозяйства (таблица №2)



Таблица №1

## Количество основных и сопутствующих продуктов растениеводства

№	Наименование продукта	Произведенный продукт				конечный продукт	
		Занимаемая площадь, га	Урожайность т/га	Основной продукт, кг	Сопутст. продукт, кг	Основной продукт, кг	Добавочный продукт, кг
1	Пшеница	0,3	4,5	1350	2025	1266 мука	675
2	Кукуруза	0,3	5,5	1650	2475	1155 мука	490
3	Люцерна	0,2	9,0	1800		1800 сено	
4	Фрукты	0,05	4,0	200		150	50 (нек.)
5	Виноград	0,15	5,0	750		450 вино	300
6	Овощи	0,1	12,0	1200		100 пищевые прод.	200(нек.)
7	Картофель	0,1	10,0	1000	300	800 клубни	200(нек)

Ввиду многоотраслевости малого фермерского хозяйства необходимо предусмотреть поголовье животных: коров – 2 с приплодом, свиноматок- 4, Боровов - 1 с приплодом 23 поросят. Доход от животноводства определяется аналогично растениеводству (т. №3).

Таблица №2

## Добавочный доход, полученный от реализации продуктов растениеводства

№	Наименование продукта	Количество продукта, кг			Доход, лари	
		Всего	нормативное	Излишек	Стоймость единицы прод, лари	Доход, дари
1	2	3	4	5	6	7
1	Мука пшеничная	1266	592	674	0,76	513
2	Мука кукурузная	1155	480	675		
3	Вино	459	300	150	1,1	160
4	Овощи	1000	928	72	0,7	50,4
5	Картофель	1000	468	532	0,6	319,2
	Всего					1042,6

Таблица №3

## Доход полученный реализацией продуктов животноводства

№	Животные	Количество	Мясо, кг			Молоко, кг			Стоймость един. продукции л/кг	Всего, лари
			Всего	Нормативное	Для реализации	Всего	Нормативное	Для реализации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Корова	2				3000	1276	1724	1,2	2069
2	Молодняк	4	500	241	259				4,5	1166
3	Свиньи	4	300	200	100				5,0	500
4	Поросята	23			23				50	1150
	Всего									4885

Для питания данного количества животных, необходимо 6900 кормовых единиц, которые необходимо получить из личного производства растениеводства. Здесь же, необходимо предусмотреть количество кормовых единиц, получаемых из пастбищ в виде зеленого корма. Недостаток кормовых единиц можно пополнить и за счет кукурузного зерна. Расчет внутрихозяйственного производства кормовых единиц дано в таблице №4.

Таблица №4

## Расчет количества кормовых единиц, необходимых для животноводства

№	Наименование продукции	Количество продуктов, т	Колич. кор. Един. на един. продукции. кор.ед./т	Колич. кор. единиц всего т.
---	------------------------	-------------------------	---	-----------------------------

1	Солома пшеницы	2,025	220	445,5
2	Отруби пшеницы	0,675	710	479,25
3	Солома кукурузы	2,475	370	915,75
4	Кукурузная крупа	0,490	1310	642
5	Помол стержней початков	0,870	350	304,5
6	Зерно кукурузы	0,950	1400	1330
7	Овощи	0,2	130	26
8	Картофель	0,2	300	60
9	Люцерна	1,8	370	666
10	Сыворотка сыра	1,0	850	850
11	Зеленная масса	4,53	300	1356
	Всего	13,19		7075

Полученное количество кормовых единиц полностью удовлетворяет потребности животноводства фермерского хозяйства. Итак, общий доход от реализации добавочной продукции:

$$O_{\text{общ}} = C_{\text{рас}} + C_{\text{жив}} = 6777,6 \text{ лари}$$

Таблица №5

Технико-экономическая характеристика техники,  
принадлежащей фермеру

№	Наименование техники	Марка	Нагрузка		Стоймость лари	C <sub>α</sub>		Зат. на то и хранен.	
			Норм.	факт.		%	лари	%	лари
1	мотоблок	супер-600	500	425	660	15	58	17	66
2	мотоблок	МБ-1	400	256	660	15	83	17	94
3	мотокультив.	МК-2			180	12	83	17	94
4	Сеялка двухрядн.	Собствен. производ.			150	12	22	12	22
5	Бороздо-делатель	«			150	12	18	12	18
6	Борона	«			150	12	18	12	18
7	Культиватор	«			160	12	19	12	19
8	Культиватор двухслойный	«			120	12	14	12	14
9	Окучник	«			90	12	11	12	11
	Всего				2813		326		356

Суммарные затраты на производство продукции можно рассчитать выражением:

$$C_{\text{сум}} = C_{\text{мех}} + C_{\text{сем}} + C_{\text{уд}} + C_{\text{зем}} + C_{\text{пр.пр.}} + C_{\text{срах}} + C_{\text{неп.р.}} \quad (10)$$

где: C<sub>мех</sub> – стоимость работ выполненных комплексом машин. Применяя технико-экономические показатели техники (таблица №5) затраты на выполнение механизированных работ можно рассчитать по формуле:

$$C_{\text{мех}} = C_{\alpha} + C_{\text{то}} + C_{\text{эр}} + C_{\text{гсм}} \quad (11)$$

где: C<sub>α</sub> – затраты на амортизацию техники по таблице №5 равны 326 лари;

C<sub>то</sub> + C<sub>эр</sub> – затраты на техническое обслуживание и хранение техники и по той-же таблице равны 356 лари;

C<sub>гсм</sub> – затраты на горюче-смазочные материалы согласно технологическим картам равно 343 лари.

тогда: C<sub>мех</sub> = 326 + 356 + 343 = 1025 лари

Затраты на приобретение элитарных семян:

$$C_{\text{сем}} = \sum_{i=1}^n F_i q_i S_i \quad (12)$$

где: F<sub>i</sub> – площадь, занимаемая i – той культурой в гектарах;

q<sub>i</sub> – норма высева i – той культуры, кг/га;

S<sub>i</sub> – реализационная цена i – той культуры, лари/кг.

N – количество видов возделываемых культур, при возделывании пшеницы, кукурузы, фасоли и картофеля

$$V_{\text{сем}} = 0,3 \cdot 200 \cdot 0,7 + 0,8 \cdot 50 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 10 \cdot 3 + 0,2 \cdot 60 \cdot 0,7 = 84 \text{ лари}$$

Затраты на приобретение минеральных удобрений

$$C_{уд} = \sum F_j Q_j S_j \quad (13)$$

где:  $F_j$  – площадь внесения  $j$ -того удобрения, га;

$Q_j$  – норма внесения  $j$ -того удобрения, кг/га;

$S_j$  – розничная цена  $j$ -того удобрения.

$m$  – количество видов удобрения, Нами применяются соли азота, фосфора и калия,

тогда

$$C_{уд} = 1,25(179 \cdot 0,7 + 125 \cdot 0,48 + 133 \cdot 0,48) = 249,14 \text{ лари}$$

$C_{зем}$  – налог на землю – по решению правительств налог на землю с площади менее 10 га не взимается;

$C_{пр.пр.}$  – затраты на приобретение производственных продуктов 611 лари;

$C_{стр}$  – затраты на страхование насчитываются в количестве 4 – 5% от общего дохода производства, 237 лари;

$C_{непр.}$  – берется 5% от общих затрат на производство 118 лари.

Тогда суммарные затраты на производство:

$$C_{сум.} = 1025 + 84 + 249 + 611 + 237 + 118 = 2324 \text{ лари}$$

В итоге балансовая прибыль составит:

$$П_6 = 5927,6 - 2324 = 3604,6 \text{ лари}$$

**В четвертой главе** рассмотрен комплекс машин для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур в малых фермерских хозяйствах, его составляющие конкретные машины и орудия, их положительные и отрицательные стороны, намечены мероприятия их совершенствования.

Из технологических операций машинным способом в совершенстве выполняются только операции основной и предпосевной обработки почвы, при этом появляется возможность применить систему минимальной обработки почвы с комплексными агрегатами. Когда рассуждаем о применении комплексных технологий, необходимо предусмотреть специфику малого фермерского хозяйства, конкретно, то, что участки сельского товаропроизводителя обрабатываются в течении целого года и не успевают полностью потерять структуру, что дает возможность из цикла основной обработки почвы исключить процесс пахоты. Для комплексного выполнения работ по обработке почвы нами сконструирован мотоблочный агрегат для двухслойной обработки почвы, который разрыхляет почву фрезобарабаном на полную ширину захвата на глубину посева и углубляет обработанный слой до 20 – 22 см пассивным рыхлителем. Итак, в одном агрегате совмещены активные и пассивные рабочие органы и фактически представляет новое принципиальное решение, поэтому необходимо теоретическое обоснование его конструкции и принципа работы.

Несмотря на то, что по инженерному расчету ротационных рабочих органов существует множество литературных источников, методика их силового и энергетического расчета требует доработки. Дело в том, что энергетические параметры рассчитываются как функция удельного сопротивления или удельной деформации почвы, которые сами по себе являются функцией физико-механических свойств обрабатываемого материала, конструктивных, динамических и кинематических параметров режущего элемента и его привода. Одним из возможных вариантов совершенствования процесса резания почвы режущим элементом фрезы является ее рассмотрение с позиции теории удара. Рассматриваемый процесс относится контактными динамическим задачам с местными деформациями. В первом приближении для качественного анализа процесса фрезерования почвы можно использовать формулу Герца:

$$P = ka^{\frac{3}{2}} \quad (14)$$

Здесь коэффициент  $k$  зависит от геометрии поверхностей соударяющихся тел в точке контакта, свойств материала и определяется выражением

$$k = \frac{4}{3} \frac{\pi}{\frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{E_2}} \frac{q_k}{\sqrt{A+B}} \quad (15)$$

где  $E_1, E_2, \nu_1$  и  $\nu_2$  – коэффициенты упругости и коэффициенты Пуассона режущего элемента и почвы соответственно;

$q_k, A$  и  $B$  – коэффициенты, учитывающие геометрию двух соприкасающихся поверхностей.

С учетом допущений, которые справедливы и для материалов режущих элементов фрез и почв, коэффициент  $k$  определяется более упрощенной формулой:

$$k = 1,33E\sqrt{R} \quad (16)$$

где:  $E$  – модуль упругости почвы;  $R$  – радиус закругления острия режущего элемента. Для определения ударной силы резания имеем уравнение движения

$$M \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = -k\alpha^{\frac{3}{2}} \quad (17)$$

где: -  $M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$  - приведенная масса.

Нами рассматривается в общем виде процесс ударного взаимодействия абсолютно жесткого тела с упруго-вязким сельскохозяйственным материалом, результаты которого можно распространить и на рассматриваемый процесс. Ударное усилие определяется по формуле академика Р. Махароблидзе:

$$P_{\max} = 1,576K \left( \frac{mV_0^2}{k} \right) \left[ 1 + 0,9 \frac{1}{\tau} \left( \frac{M}{K} \right)^{\frac{2}{5}} \frac{1}{V_0^{\frac{1}{5}}} \right]^{\frac{3}{5}} \quad (18)$$

где:  $V_0$  – скорость ударного тела;  $\tau$  – время релаксации.

Расчетную формулу 18 можно использовать в качестве исходных предпосылок для определения силовых и энергетических показателей процесса фрезерования почвы. Рабочий орган фрезы участвует в двух движениях: в поступательном агрегата и во вращательном - барабана фрезы. Траектория движения рабочих органов барабана с горизонтальной осью вращения геометрически представляет собой циклоиду, на изменение формы которой оказывает влияние отношение окружной и поступательной скоростей  $\lambda = \frac{V}{V_a} = \frac{\omega R_0}{V_a}$ , где  $\omega$  – угловая скорость барабана;  $R_0$  – радиус крайней точки барабана фрезы;  $V_a$  – поступательная скорость агрегата. Как правило, в ротационных почвообрабатывающих машинах  $\lambda > 1$ , поэтому абсолютная траектория рабочих органов представляет собой удлиненную циклоиду. Абсолютная скорость движения рабочего органа или скорость резания определяется выражением:

$$V_0 = V_a \sqrt{\lambda^2 \pm 2\lambda \sin \alpha + 1} \quad (19)$$

где:  $\alpha = \omega t$  - угол поворота барабана из начального положения

Нижний знак в формуле 19 относится к прямому, а верхний к обратному вращению. В зоне резания максимальной скорости соответствует: при прямом вращении  $V_0 = V_a \sqrt{\lambda^2 + 1}$ ; при обратном вращении  $V_0 = V_a (\lambda + 1)^2$

.Приведенная в точку удара масса ротора:

$$m_1 = I/R_\phi \quad (20)$$

где:  $I$  - момент инерции ротора;  $R_\phi$  – радиус фрезы измеряется от места удара.  
Масса почвы, участвующая в ударе:

$$m_2 = \rho V \quad (21)$$

где:  $\rho$  – плотность почвы;  $V$  – объем отрезаемой почвы. Для приближенных расчетов объем структуры может быть выражен по формуле:

$$V = Sab \quad (22)$$

где:  $a$  и  $b$  - глубина и толщина стружки;  $S$  – подача на нож.

Траектория одного ножа смещена относительно соседнего с ним ножа по горизонтали на некоторую величину  $S$  - называемую подачей на нож.  $S = v_a t$ , где:  $t$  – время, в течении которого нож поворачивается на угол, равный углу между соседними ножами. При числе ножей  $z$  в одной плоскости диска барабана угол между соседними ножами равен  $2\pi/z$ . Тогда время  $t=2\pi/\omega$ , а подача

$$S = \frac{2\pi V_a}{z\omega} = \frac{2\pi R_\psi}{\lambda z} \quad (23)$$

Подставляя значения 22, 23 в формулу 22, получаем, что масса стружки почвы, участвующий в ударе равна

$$m_2 = \frac{2\pi R_\psi}{\lambda z} \rho ab \quad (24)$$

Тогда общая приведенная масса в формуле 18 определяется выражением

$$M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{2\pi / R_\psi \rho ab}{I\lambda z + 2\pi R_\psi^3 \rho ab} \quad (25)$$

Подставляя значения параметров 16, 19, 25 в равенство 18 получаем расчетную формулу ударного резания почвы при фрезеровании в виде

$$P_{\max} = 2,096E\sqrt{R} \left[ \frac{2\pi / R_\psi \rho ab V_a^2 (\lambda^2 + 1)}{(I\lambda z + 2\pi R_\psi^3 \rho ab) 1,33E\sqrt{R}} \right]^{\frac{3}{5}} \square$$

$$\left\{ 1 + 0,09 \frac{1}{\tau} \left[ \frac{2\pi / R_\psi \rho ab}{(I\lambda z + 2\pi R_\psi^3 \rho ab) 01,33E\sqrt{R}} \right]^{\frac{2}{5}} \frac{1}{(V_a \sqrt{\lambda^2 + 1})^{\frac{1}{5}}} \right\}^{\frac{3}{5}} \quad (26)$$

Для почвогрунтов второй член в фигурных скобках очень мал по сравнению с единицей и им можно пренебречь. Тогда группируя постоянные члены и учитывая количество одновременно работающих ножей, получим

$$P_{\max} = 5,23E^{\frac{2}{5}} R^{\frac{1}{5}} \left[ \frac{IR_\psi \rho ab V_0^2 (\lambda^2 + 1)}{I\lambda z + 2\pi R_\psi^3 \rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} z \quad (27)$$

Для почвофрез при обратном вращении в формуле 27 выражение  $V_0^2 (\lambda^2 + 1)$  заменяется на  $V_0^2 (\lambda + 1)^2$ . Расчетная формула 27 более полно, чем существующие теории, учитывает геометрические, кинематические, динамические факторы процесса фрезерования и физико-механические свойства обрабатываемой среды (почвы). Однако некоторые факторы (сопротивление отрыву почвы, угол заточки ножа и др.) не поддаются точному выражению.

Для учета этих факторов к правой части равенства 27 можно прибавить еще один член  $fP_{\max}$ . Аналогичная методология для теории молотильного барабана предложена акад. В.П.

Горячкиным, Тогда формула для расчета усилия резания при фрезеровании почвогрунтов принимает вид:

$$P_{\max} = 5,23 E^{\frac{2}{5}} R^{\frac{1}{5}} \left[ \frac{IR_{\psi} \rho ab V_a^2 (\lambda^2 + 1)}{I \lambda z + 2\pi R_{\psi}^3 \rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} \frac{z^I}{1-f} \quad (28)$$

Коэффициент  $f$  следует определить экспериментально, остальные составляющие процесса фрезерования (сопротивление отбрасывания стружки, трения, перекатывания и др.) легко определяются методами существующей теории.

Учитывая, что для приближенных расчетов площадь стружки  $F = ab$ , а скорость агрегата  $V_a = V_{\phi}/\lambda$ , по формуле 27 можно определить максимальное значение ударного напряжения

$$\sigma_{\max} = 5,23 \frac{E^{\frac{2}{5}} R^{\frac{1}{5}}}{ab} \left[ \frac{IR_{\psi} \rho ab \frac{\lambda^2 + 1}{\lambda} V_{\phi}^2}{I \lambda z + 2\pi R_{\psi}^3 \rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} k \quad (29)$$

Отсюда принимая, что предел прочности почвы  $\sigma_{\text{пр}}$  равен максимальному значению напряжения, т.е.  $\sigma_{\text{макс.}} = \sigma_{\text{пр}}$  получаем после некоторых преобразований расчетную формулу критической скорости фрезы:

$$v_{\phi(\text{кр})} = \sqrt{\frac{\sigma_{\text{пр}}^{\frac{5}{3}} (I \lambda z + 2\pi R_{\psi}^3 \rho ab) (ab)^{\frac{2}{3}}}{(5,23)^{\frac{5}{3}} E^{\frac{2}{3}} R^{\frac{1}{3}} IR_{\psi} \frac{\lambda^2 + 1}{\lambda} k^{\frac{5}{3}}}} \quad (30)$$

В.П. Горячкин указывал, что «несмотря на чрезвычайное разнообразие разного рода сельскохозяйственных орудий. форма орудий, применяемых для обработки при помощи разрушения частей тела, сводится к простой схеме, а именно клину». Далее: «вопрос о работе клина может быть разрешен только путем применения теории упругости».

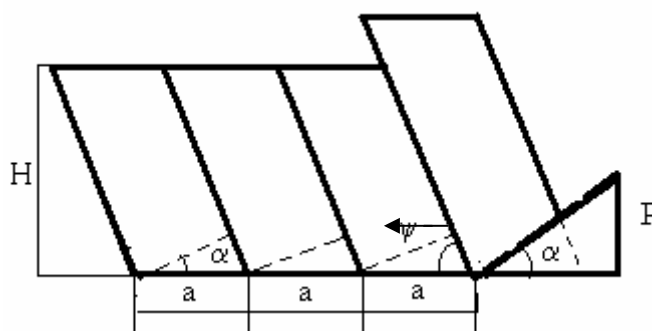


Рис. 1. Механизм разрушения почвы пассивными рабочими органами.

Механизм разрушения почвы пассивными рабочими органами представляется следующим образом (рис.1.): клин вдавливаются в материал с переменным усилием. Вначале это давление равно нулю, а затем оно начинает постепенно возрастать. По мере того как резец углубляется в почву на некоторую величину  $a$ , сопротивление сжатия возрастает до того предела, который достаточен для скалывания элемента по некоторому косому углу  $\psi$ . После скалывания этот элемент начинает скользить одновременно по плоскости скалывания и по рабочей плоскости клина. Потом этот процесс снова повторяется и получаются глыбы, сдвинутые относительно друг друга. При ресурсосберегающей технологии обе операции совмещаются. При этом дополнительные разрушения глыб осуществляются ротационными рабочими органами. Совместное взаимодействие рыхлительной лапы и фрезобарабана с

почвой представлена на рисунке 2. Эти рабочие органы устанавливаются с некоторым угловым смещением.

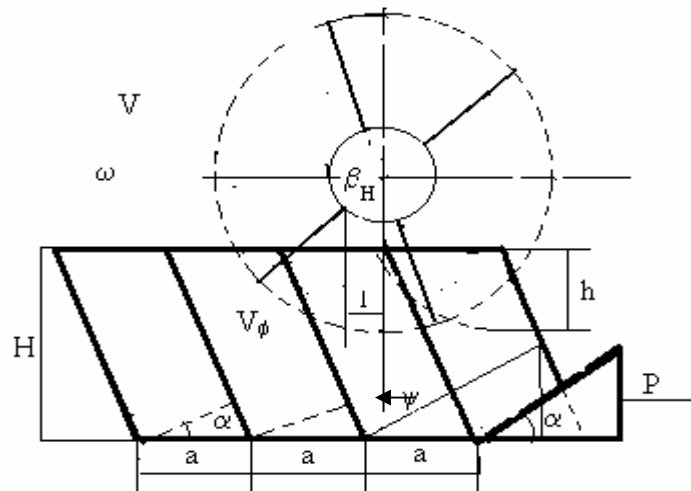


Рис.2. Механизм разрушения почвы пассивными и активными рабочими органами при совмещении операций.

. Продвижение рыхлительной лапы на расстояние  $a$ , когда напряжение сжатия возрастает до предельного значения скалывания ,

$$a = \frac{H \cos \varphi \sin^2 \left( \frac{90 - \varphi_1}{2} \right) \cos \left( \frac{\varphi + \varphi_1 - \alpha}{2} \right)}{\cos^3 \left( \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2} \right)} \quad (31)$$

где:  $\alpha$  - угол наклона лапы ко дну борозды;

$H$  – глубина рыхления;

$\varphi$  - угол трения пласта (стружки) по рабочей поверхности лапы (клина);

$\varphi_1$  – угол внутреннего трения (угол трения стружки) при сдвиге.

Угол скалывания пласта тоже определяется известным выражением:

$$\psi = 90^\circ - \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2} \quad (32)$$

Используя простое геометрическое соотношение (рис.2)

$$R \sin \beta_H = H \operatorname{ctg} \psi + \ell \quad (33)$$

Определяем расстояние между осью вращения фрезобарабана и носком рыхлительной лапы

$$\ell = R \sin \beta_H - H \operatorname{ctg} \psi \quad (34)$$

где:  $R$  – радиус фрезобарабана;  $\beta_H$  – угол начала резания.

угол  $\beta_H$  определяется выражением

$$\beta_H = \arccos * \left( 1 - \frac{h}{R} \right) \quad (35)$$

где:  $h$  – глубина обработки.

На основании проведенных при проектировании мотоблочного агрегата для двухслойной обработки почвы теоретических расчетов и проектных данных, можем рассчитать эксплуатационные и режимные параметры агрегата.

По проектным данным подберем величины, входящие в состав формулы 30:  $\rho=1600$  кг/м<sup>3</sup>;  $\sigma_{пр}=0,4 \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup>;  $E=2 \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup>;  $a=0,12$  м;  $b=0,1$  м;  $R=25$  м;  $R\phi=0,155$  м;  $I=0,017$  кг/м<sup>2</sup>;  $z=4$ ;  $k=4$ . По результатам проведенных расчетов по формуле 31  $V_{\phi} = 3,1$  м/сек

Учитывая полученную величину критической скорости определяем по формуле 28 определяем максимальную величину силы ударного резания  $P_{max} = 932$  н.

Мощность, необходимая для технологического ударного резания равно:

$$N = P_{max} \cdot V_{\phi} = 932 \cdot 3,1 = 2889 \text{ Вт} = 2,9 \text{ л.с.}$$

Конструктивные параметры предложенного фрезерного барабана равны: радиус барабана  $R = 0,155$  м;  $z = 4$ ;  $a = 20^{\circ}$ ;  $H = 0,2$  м;  $\phi = 30^{\circ}$ ;  $\phi_1 = 45^{\circ}$ . По этим параметрам, применяя формулу 31 расстояние от оси вращения фрезерного барабана до носка рыхлительной лапы  $a=0,072$  м. Кинематический параметр

$$\lambda = \frac{2,314 \cdot 0,125}{4 \cdot 0,072} = 2,72$$

По вышеприведенным расчетам  $V_{\phi} = 3,1$  м/сек, тогда скорость передвижения агрегата  $V_a = V_{\psi} / \lambda = 3,1 / 2,72 = 1,13$  м/сек; частота вращения агрегата:

$$n = \frac{30V_{\psi}}{\pi R} = \frac{30 \cdot 3,1}{3,14 \cdot 0,155} = 191 \text{ мин}^{-1};$$

Угол начала резания определяется по формуле 35:

$$\beta_H = \arccos \left( 1 - \frac{0,2}{0,155} \right) = 78^{\circ},$$

Расстояние расположения оси вращения фрезобарабана перед носком рыхлительной лапы:

$$\ell = 0,125 \sin 78^{\circ} - 0,2 \text{ctg}(-5^{\circ}) = -0,095 \text{ м.}$$

Разработаны конструктивные основы создания комплексного мотоблочного агрегата для двухслойной обработки почвы согласно проведенным теоретическим расчетам

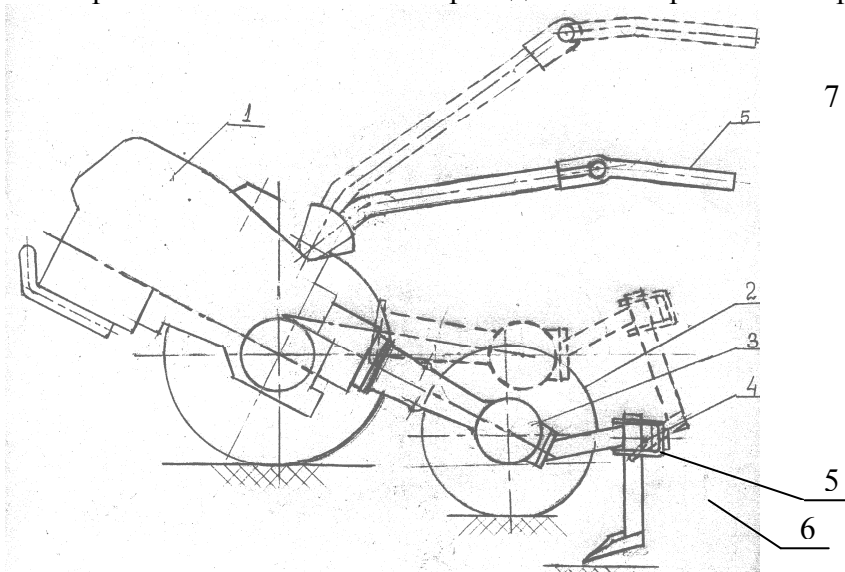


Рис.3. Комплексный мотоблочный агрегат для двухслойной обработки почвы



Экспериментальный мотоблочный агрегат для двухслойной обработки почвы состоит из: мотоблока "Супер -610" и машины для двухслойной обработки почвы. В состав машины для двухслойной обработки почвы входят: серийная фреза мотоблока, с шириной захвата 70 см, к кронштейну крепления лапы регулятора глубины фрезерования крепится лапа чизельного типа, для глубокого рыхления почвы. Фреза приводится в движении от вала отбора мощности мотоблока, через карданную передачу. Кожух конического редуктора выполнен в виде несущей конструкции, который фланцем крепится на корпус ВОМ-а мотоблока. Для увеличения силы сцепления на мотоблок крепятся грузики. Конструктивно-эксплуатационные показатели агрегата для двухслойной обработки почвы составляют: - ширина захвата - 70 см; глубина фрезерования - 10 - 12 см; глубина глубокого рыхления 20 - 22 см.

**В пятой главе** для оценки полученных теоретических и конструктивных параметров агрегата двухслойной обработки почвы проведены экспериментальные исследования.

Для полевых испытаний экспериментального агрегата на территории малого фермерского хозяйства села земо Чочети Каспского района подобран экспериментальный участок, который по конфигурации и природно-почвенным характеристикам соответствует почвенным условиям малых фермерских хозяйств средней Картли. По количеству экспериментов выделены 8 делянок шириной 2 м, и длиной 50 м. На делянках выделены учетные полосы шириной, равной двум ширинам захвата экспериментального агрегата и длиной 30 м. Каждый эксперимент проводится в двух направлениях, туда и обратно.

Для определения плотности экспериментального участка применен плотномер Ревякина. Средняя плотность экспериментального участка составила 23,5 кг/см<sup>2</sup>. Глубина плодородного слоя почвы составляет 35 - 38 кг/см<sup>2</sup>. Анализ плотности почвы по горизонталям указывает, что она постепенно возрастает по глубине. Если в горизонте 0 - 5 см она изменяется в пределах 8 - 25 кг/см<sup>2</sup>, то в горизонте 20 - 25 см достигает 28 - 31 кг/см<sup>2</sup>

Такое изменение плотности по глубине вызвано применением системы минимальной обработки, которая предусматривает активную обработку почвы до глубины 15 -22 см, а нижний слой уплотняется и приводит к нарушению водно-воздушного режима. По этому, при разработке долгосрочной технологии необходимо предусмотреть обработку почвы на глубину 30 - 35 см в 5-6 лет один раз.

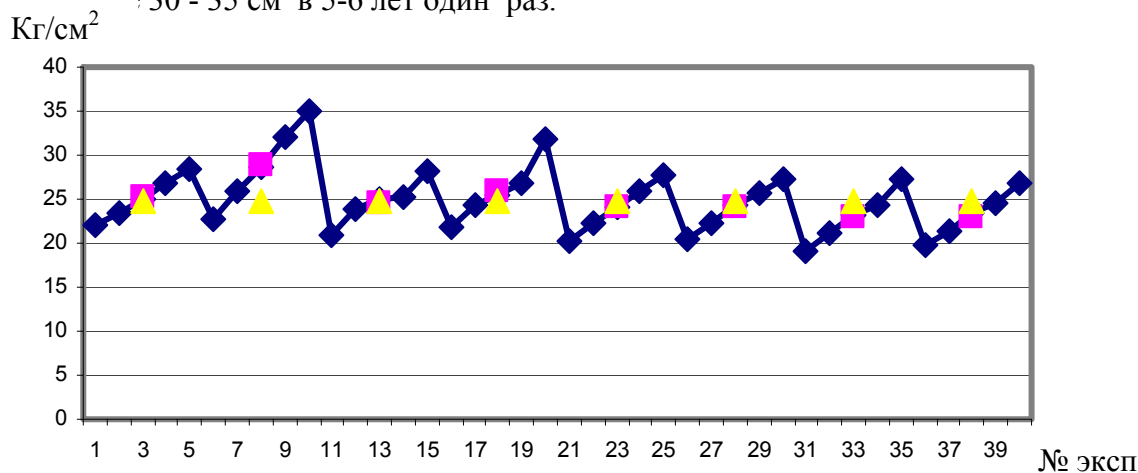


Рис.3. График изменения плотности почвы

- ◆ - плотность по горизонталям, кг/см<sup>3</sup>;
- - средняя плотность отдельных экспериментов, кг/см<sup>3</sup>;
- △ - средняя плотность экспериментального участка, кг/см<sup>3</sup>.

Влажность почвы определена на всех восьми экспериментальных делянках., она изменяется в пределах 18 - 26%, но ярко выраженной закономерности изменения не наблюдается. По результатам экспериментов, средняя влажность почвы колеблется в

пределах 19 - 24%, а средняя влажность экспериментального участка составляет 22,35%. Несмотря на то, что в период проведения экспериментов влажность почвы находилась в оптимальных для развития насаждений пределах, наблюдалась склонность к фильтрации. По этому в рациональной технологии необходимо предусмотреть операции полива, особенно в засушливые месяцы года.

В период эксперимента зафиксированы и агротехнические показатели: ширина захвата, степень рыхления, глубины обработки и степень среза сорняков.

Анализ результатов экспериментов указывает, что математическое ожидание ширины захвата агрегата  $\bar{B} = 69,9$  см, средне квадратическое отклонение  $\sigma = \pm 0,88$  см и коэффициент вариации  $V=1,26\%$ , т.е. отклонение от установочной величины в пределах ошибки эксперимента (рис. 4.). Аналогичное состояние при определении ширины захвата рыхлящей лапы, где  $\bar{b} = 19,9$  см, среднеквадратическое отклонение  $\sigma = \pm 0,61$  см и коэффициент вариации  $V=3,06\%$ . Соответственно, те же показатели составляют: для глубокого рыхления 21,16 см,  $\pm 0,60$  см, 2,8% и для глубины фрезерования 11,02 см,  $\pm 0,65$  см и 5,9%.

Как показывает анализ приведенных данных и графика (рис.4), отклонение от установочных значений характеристик в пределах  $\pm 1 - 1,5$  см, сравнительно высокое значение коэффициента вариации при фрезеровании вызвано наличием фрезы, этот показатель был бы значительно выше, но наличие рыхлительной лапы сглаживает влияние фрезы так, как она не только проводит глубокое рыхление, но и выполняет функции регулятора.

Во время экспериментов, срез сорняков составил 99,6%, т.е. можно считать, что уничтожение сорняков фрезобарабаном полное.

При анализе рыхления почвы необходимо выделить две зоны: зона рыхления фрезобарабаном и зона рыхления рыхлящей лапой. Зона рыхления фрезобарабаном представляет собой зону расположения семян и корневой системы растений, по этому она должна иметь мелкокомковую структуру. Гранулометрический анализ проб показывает, что основная масса пробы 65,3% имеет размеры от 10 до 1 см<sup>2</sup>. Ее фракции, которые не удовлетворяют агротехническим требованиям составляют: выше нормы 8,8% и ниже нормы, пылевидная 10%. Вторая зона, разрыхленная пассивным рабочим органом, служит улучшению водно-воздушного режима, она характеризуется крупнокомковой структурой. В пробах фракция 50 - 25 см<sup>2</sup> составляет 63%, а остальные фракции составляют: 100 - 50 11,75 %, 25 - 10 19% и 10 - 1 6,2% т.е. гранулометрическое состояние почвы полностью удовлетворяет агротехническим требованиям технологического процесса.

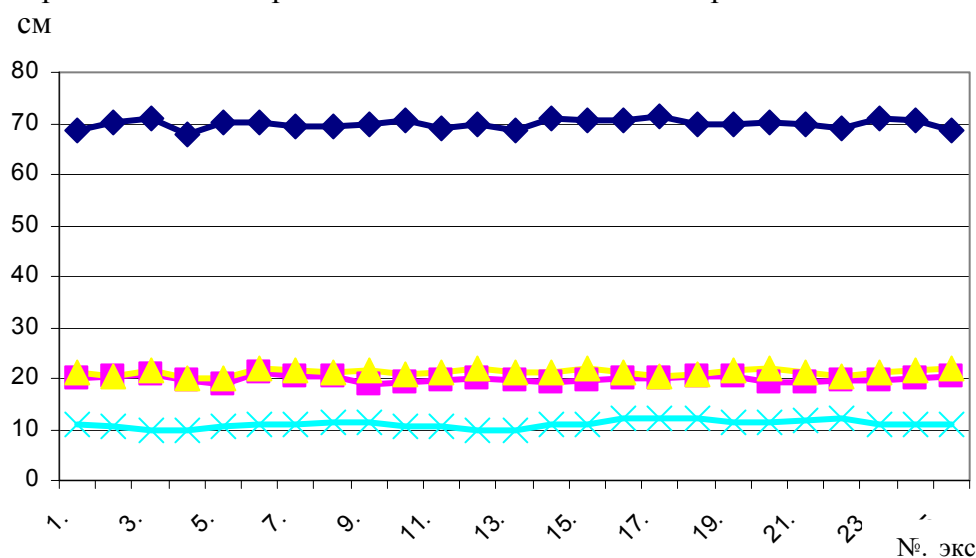


Рис.4. График изменения агротехнических показателей агрегата.

- ◆ - ширина захвата фрезы, см; □ ширина разрыхленной лапой полосы, см;
- △ - глубина рыхления, см; ×- глубина фрезерования, см.

глубины.

Итак, по агротехническим показателям, агрегат двухслойной обработки почвы представляет собой стабильную систему и создает оптимальную среду для активного развития растений.

Для энергетической оценки агрегата двухслойной обработки почвы, во время эксперимента на специальной светочувствительной бумаге фиксировались крутящие моменты приведенные к ведущим полуосям мотоблока и приводному валу фрезобарабана. Осцилограммы обработаны методами математической статистики и теории вероятностей. Построенные согласно рассчетам гистограммы указывают, что процесс подчиняется закону нормального распределения. Полученные значения крутящих моментов, их среднеквадратических отклонений и коэффициентов вариации, указывают на высокую надежность результатов эксперимента и пригодность их для дальнейших расчетов

По результатам экспериментов рассчитана сумарная мощность и реальные скорости для выполнения технологического процесса. Сумарный расход мощности не превышает 2,5 кВт, что указывает на то, что есть возможность на комплексный агрегат добавочно монтировать высеивающий аппарат. График мощности указывает на то, что есть возможность ее применения, как критерия регрессивного анализа, т.е.  $N_i = y_i$ .

В методике планирования многофакторных экспериментов определили, что для движения к оптимуму в основном достаточна линейная модель. Для трехфакторного эксперимента она примет вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{13}x_{1,3} \quad (7)$$

Эффект взаимодействия определим для тех факторов, которые имеют максимальное влияние на процесс. Для этого составим таблицу планирования многофакторных экспериментов;

Как показывают значения коэффициентов, мощность для выполнения технологического процесса максимально зависит от скорости выполнения технологического процесса и сопротивления почвы на фрезерование. Исходя из этого эффект взаимодействия между

№ эксп.	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	Обозначение	Итог, y <sub>i</sub> (N <sub>i</sub> квт)
1	-	-	+	-	с	2,333
2	-	+	-	+	b	2,086
3	+	-	-	-	a	2,223
4	+	+	+	+	abc	2,465
5	-	-	-	+	(1)	2,107
6	-	+	+	-	bc	2,447
7	+	-	+	+	ac	2,461
8	+	+	-	-	ab	2,221

фрезой и скоростью движения агрегата X<sub>1</sub>X<sub>3</sub> т.е.

$$b_4 = \frac{-2,233 + 2,086 - 2,223 + 2,465 + 2,107 - 2,447 + 2,461 - 2,221}{8} = -0,0006 \text{ кВт}$$

Эффект взаимодействия так мал, что его значением можно пренебречь и уравнение регрессии будет иметь вид:

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 = 2,293 + 0,022 X_1 + 0,024 X_2 + 0,134 X_3$$

Определим среднеквадратическое отклонение и среднеквадратическую ошибку:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{n-1} = \frac{0,636}{7} = 0,091; \quad S = \sqrt{0,091} = 0,3;$$

Проверку достоверности расчетов проводим согласно критерия Стюдента  $t$ , . итак, результатами экспериментов подтверждается, что созданный согласно теоретическим и конструктивным расчетам мотоблочный агрегат для двухслойной обработки почвы, полностью удовлетворяет агротехнические и энергетические требования технологического процесса.

Проверяем модель на адекватность. Гипотеза адекватности проверяется критерием Фишера  $F$  по формуле:

$$F = \frac{S_{\text{адек.}}^2}{S_{\{y\}}^2}$$

По проведенным расчетам  $F = 0,055$ . Итак, выполнено требование критерия Фишера об адекватности модели

Для проверки коэффициента уровня регрессии применяется дисперсия регрессии  $S_{\{bi\}}^2 = 0,091$  и квадратичная ошибка коэффициента регрессии  $S_{\{bi\}} = 0,3$ . Доверительный интервал определяется по формуле:  $\Delta bi = \pm t \cdot S_{\{bi\}} = \pm 2,37 \cdot 0,3 = \pm 0,71$  т.е. верхняя граница доверительного интервала равна 3,003квт. А нижняя 1,583квт. Итак, необходимая мощность для выполняемой агрегатом работы, размещена в границах доверительного интервала.

**В шестой главе**, с целью подтверждения рентабельности применения экспериментального агрегата, проведен сравнительный экономический расчет комбинированного агрегата с технологическим комплексом машин существующей технологии.

Разница между существующей и предложенной технологиями заключается в выполнении операции первого цикла - основной и предпо-севной обработки почвы и посева.. По этому, расчет сравнительного экономического эффекта этого цикла проведем для обеих технологий. Для решения этой задачи составим технологическую карту этого цикла для обеих технологий (таблица 6).

Таблица 6

№	Наименование технологического процесса	Состав агрегата		Производительность		Расходы на вып. техн. Л.
		Мотоблок	с/х орудие	Часовая га/час	Сменная га/см	
Существующая технология основной, предпосевной обработки почвы и посева						
1	2	3	4	5	6	7
1.	лущение стерни	мб-1	фреза	0,15	1,05	34,2
2.	внесение мин. Удобр.	мб-1	тележка	0,17	1,12	25,34
3.	пахота на глуб. 20-22см	мб-1	Плуг 1к.	0,04	0,28	115,88
5.	Культивация на глубине 10-12 см	мб-1	фреза	0,06	0,42	50,68
1	2	3	4	5	6	7
6.	Посев с прикатыванием	мб-1	сеялка	0,1	0,7	30,27
	всего					256,37
Операции I цикла предложенной технологии						
1	Внесение удобрений	„супер-610“	тележка	0,17	1,12	25,34
2.	Двухслойная обработка почвы, заделка удобрений, посев и прикатывание	„супер-610“	Эксперим. комбинир. агрегат	0,05	0,35	65,4
	всего					90,74

По существующей технологии, в исполнение на 1,25 га технологических операций первого цикла обходится в 256,37 лари, а по предложенной технологии - 90,74 лари, т.е. балансовая прибыль составляет

$$P = 256,37 - 90,74 = 165,63 \text{ лари.}$$

что на каждый гектар составляет 132,5 лари.

Итак, двухслойная обработка почвы комбинированным мотоблочным агрегатом оправданое не и только по агротехническим требованиям, но и по экономическим соображениям дает значительную прибыль - 132,5 лари/га.

### **Общие выводы**

1. Применение существующих высоких технологий возделывания сельскохозяйственных культур в малых фермерских хозяйствах без учета современных условий нерентабельно, а в некоторых случаях и невозможно;

2. Из-за малых объемов работ и сложной конфигурации участков в малых фермерских хозяйствах целесообразно сочетание высоких машинных технологий с ручным трудом;

3. Специфика производства сельскохозяйственных культур в малых фермерских хозяйствах дает возможность исключить из технологий некоторые энергоемкие операции (пахота), только в долгосрочной технологии через каждые 5-6 лет необходимо предусмотреть глубокую 30-35см обработку почвы.

4. В малых фермерских хозяйствах целесообразно применение комплексных технологий и агрегатов. Предложенные нами высокие технологии возделывания и уборки зерновых, совместных посевов кукурузы и фасоли и картофеля предусматривают максимальное применение комплексных агрегатов, уменьшение механического воздействия на почву и улучшение ее структуры, внедрение системы минимальной обработки почвы.

5. Из-за малых объемов работ и сложной конфигурации участков в малых фермерских хозяйствах целесообразно применение тракторов класса 2 кн, мотоблоков и мотокультиваторов.

6. Для малых фермерских хозяйств подбор оптимального комплекса машин существующими методами оптимизации невозможен, так-как ограничена номенклатура и количество применяемых машин и невозможно достиг нормативной нагрузки средств тяги в условиях одного хозяйства.

7. Для малых фермерских хозяйств подбор оптимального комплекса машин необходимо провести при помощи бизнес-плана, методом минимизации общих расходов;

8. В малых фермерских хозяйствах при основной и предпосевной обработке почвы целесообразно применить предложенный нами агрегат двухслойной обработки почвы;

9. При выполнении рациональных, высоких машинных технологий преимущество дается комбинированным агрегатам;

10. С применением элементов теории удара и реологии выведены расчетные формулы кинематических, геометрических, силовых и энергетических параметров комбинированной почвообрабатывающей машины, которые подтверждают преимущество сочетания активных и пассивных рабочих органов в агрегате двухслойной обработки почвы.

11. По результатам экспериментов:

- агротехнические показатели работы мотоблочного агрегата двухслойной обработки почвы максимально удовлетворяют агротехнические требования процесса;

- развиваемая мотоблоком мощность дает возможность укомплектовать агрегат сеялкой, что расширяет его комплектность и увеличивает экономичность;

- согласно регрессивному анализу мощность, необходимая для работы технологического агрегата размещается в доверительном интервале.

12. . Согласно бизнес-плану экономический эффект предложенной технологии в масштабах хозяйства составляет 3503,6 лари, из которых на долю агрегата двухслойной обработки почвы приходится 132,5 лари/га.

#### **Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях**

1. Карло Торикашвили, Григорий Читаиа, Нино Бурдули, Коба Торикашвили  
Определение эксплуатационных расходов мотоблочного агрегата. // Вестник академи сельскохозяйственных наук, №12, Тбилиси, 2004, ст. 260-265

2. Махароблидзе Р. М., Чаракашвили Г.Г., Торикашвили К.К., Бенашвили М.О.  
Обоснование критической скорости фрезерования почв // Проблемы прикладной механики, №1(14), Тбилиси, 2004, с. 57-59

3. Махароблидзе Р.М., Чаракашвили Г.Г., Торикашвили К.К., Бенашвили М.О.  
Применение теории удара к рабочему процессу фрезерования почв // Проблемы прикладной механики, №4(13), Тбилиси, 2003, с. 61-64

4. Махароблидзе Р.М., Торикашвили К.К., Чаракашвили Г.Г. Обоснование рационального сочетания активных и пассивных рабочих органов в комбинированном почвообрабатывающем агрегате // Проблемы прикладной механики, №2(15), Тбилиси: 2004, с. 59-62

5. Щхвацабая З., Читаиа Гр., Бурдули Н., Мосашвили Г., Торикашвили К. Методика рационального планирования и составления бизнес-плана фермерских и частных крестьянских хозяйств. Тбилиси. 2004. 60 ст

6. К. Торикашвили, Н.Бурдули, асп. К.Торикашвили Ручной культиватор-подкормщик для работы в мелкоконтурных участках. // ГрузНИИМЭСХ, сборник научных трудов 2003 ст. 109-114

7. Н.Бурдули, К.Торикашвили - Культиватор для пропашных культур на базе мотоблока МБ-1 // ГрузНИИМЭСХ, сборник научных трудов. 2004 ст.88 - 92

8. Г. Читаиа, Н.Бурдули, Г. Мосашвили, К.Торикашвили. Определение необходимой площади для рентабельного производства в фермерских и частных крестьянских хозяйствах.// ГрузНИИМЭСХ, сборник научных трудов. 2004. ст.135 -145