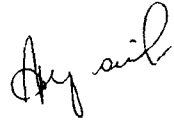


На правах рукописи

СЕРГАЧЕВ ИГОРЬ ЛЕОНИДОВИЧ



**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
АГРОХИМЦЕНТРОВ В СИСТЕМЕ  
МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ  
(на примере Самарской области)**

Специальность 05.20 01 – технологии и средства механизации  
сельского хозяйства

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Пенза –2002

Работа выполнена в Самарской государственной сельскохозяйственной академии (СГСХА)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор, засл. деятель науки РФ Милюткин В.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Кухмазов К.З  
кандидат технических наук  
Лянденбургский В.В.

Ведущая организация: Департамент сельского хозяйства и продовольствия  
Администрации Самарской области

Защита состоится в 10 часов «1» ноября 2002 года на заседании диссертационного совета Д220 053.02 в Пензенской государственной сельскохозяйственной академии по адресу: 440014, г.Пенза. ул.Ботаническая, 30, ауд. 1246

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии

Автореферат разослан «1» октября 2002 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д.т.н., профессор



А.П. Уханов

2002-А  
23672

## Общая характеристика работы

Актуальность темы. В настоящее время в агропромышленном комплексе Российской Федерации сложилась критическая ситуация по оснащению и техническому состоянию сельскохозяйственных машин, тракторов, комбайнов. Одним из радикальных путей решения проблемы повышения использования поступающей в АПК новой техники – является создание сети машинно-технологических станций (МТС) При имеющемся увеличении сезонной выработки тракторов и зерноуборочных комбайнов в МТС соответственно в 1,6 и 1,8-2 раза, только 0,76% машин от всего парка техники в МТС сегодня обрабатывает 4,8% пашни России или 475,2 тыс га.

Однако не все МТС работают эффективно. Причиной этому является недостаточная научная обоснованность структуры МТС, неэффективно сформированный парк сельскохозяйственных машин, порой несоответствие конструктивных параметров техники технологическим требованиям и т.д.

В связи, с чем актуальным является обоснование путей повышения эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов и технологических комплексов в системе МТС и самой МТС.

Настоящая работа выполнена в Самарской государственной сельскохозяйственной академии в 1998-2002 годах на основе тематического плана НИР «Разработка областной Программы создания сети МТС по агрохимическому обслуживанию. Научное обоснование структуры, оптимальной системы машин и экономической эффективности агрохимцентров МТС Самарской области» (2000-2001 гг.), «Обоснование путей эффективного функционирования машинно-технологических станций в АПК Самарской области» (2002 г.)

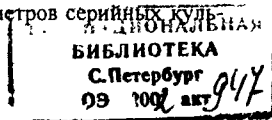
Цель работы. Повышение эффективности функционирования машинно-технологических станций и их структурных подразделений – агрохимцентров

Объект исследований В качестве объекта исследований принята система формирования и функционирования машинно-технологических станций, агрохимцентры различного уровня по объемам и видам выполняемых работ

Методика исследований. Общая методика исследований предусматривала теоретический анализ рабочих гипотез, их экспериментальную проверку и экономическую оценку результатов. Так же разрабатывались частные методики по рациональному формированию и оценке эффективности машинно-тракторных агрегатов для агрохимцентров

Научная новизна. Заключается в разработке комплексного показателя, оценивающего эффективность формируемого для агрохимцентров парка сельскохозяйственных машин и агрегатов, расчетно-теоретическом обосновании качественного и количественного состава сельскохозяйственной техники с учетом особенностей её работы в системе машинно-технологических станций, экспериментально-теоретическом обосновании рациональной конструктивной схемы расстановки рабочих органов культиваторов для внесения безводного аммиака под различные сельскохозяйственные культуры, решении транспортной задачи для передвижения мобильных технологических отрядов агрохимцентров МТС

Практическая ценность На основании проведенных исследований обоснованы пути повышения эффективности функционирования многопрофильных машинно-технологических станций за счет создания в них агрохимцентров различного уровня с обоснованным рациональным составом сельскохозяйственных машин и агрегатов и представленных рекомендаций по изменению параметров серийных куль-



тиваторов для возможности их использования при внесении безводного аммиака в почву.

Реализация результатов исследований. По проведенным исследованиям рекомендации и предложения внедрены Департаментом сельского хозяйства и продовольствия Администрации Самарской области в разработанной региональной системе МТС, в частности межрайонный агрохимцентр МТС «Северная» объединил 7 районов, агрохимцентр МТС «Самкон» – 2 района, агрохимцентр МТС ООО «Тоаз-Торг» корпорации «Тольяттиазот» – 4 района

Апробация Результаты исследований докладывались на научно-практических конференциях СГСХА в 1999-2002 годах, НТС Департамента сельского хозяйства и продовольствия, межрайонных совещаниях и в корпорации «Тольяттиазот».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ общим объемом 2,14 п.л., из которых 75% принадлежат лично соискателю.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 разделов, общих выводов, списка использованной литературы из 126 наименований. изложена на 160 страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц, 41 иллюстрацию

### Содержание работы

Во введении изложено обоснование актуальности темы и основные научные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе «Состояние вопроса. Цель и задачи исследований» показано развитие коллективного использования техники, начатое в машинно-прокатных пунктах в 1929г. В современных условиях при острейшем дефиците сельскохозяйственной техники возникла необходимость использования опыта функционирования МТС в 30-50-е годы.

Академики Россельхозакадемии Н.В. Краснощеков, В.В. Черноиванов, работники Минсельхоза РФ А.Широких, Н.Сычев, А.Шпилько, научные сотрудники ГОСНИИТИ д.т.н. В.Михлин, В.Кузьмин, В.Суржиков и другие ученые разрабатывают и постоянно совершенствуют предложения по оптимизации и эффективной деятельности МТС.

Однако из-за имеющихся проблем при формировании и функционировании многих машинно-технологических станций, в соответствии с поставленной целью работы, сформулированы следующие задачи исследований:

1. Разработка рациональной структуры МТС;
2. Разработка методик качественного и количественного комплектования агрохимцентров МТС сельскохозяйственными машинами и оборудованием,
3. Уточнение и обоснование основных конструкционно-технологических параметров рациональной конструктивной схемы расстановки рабочих органов культиваторов для внесения безводного аммиака под различные сельскохозяйственные культуры;
4. Разработка системы рационального управления и логистики МТС,
5. Техничко-экономическая оценка как отдельных многопрофильных агрохимцентров МТС, так и с учетом их регионального развития.

Во втором разделе «Теоретические исследования по обоснованию рационального состава МТС и агрохимцентров различного уровня с оптимальной системой машин. совершенствованием технологий и конструкций агрегатов для внесения безвод-

ного аммиака в почву, эффективное управление МТС» представляются (рис 1) пути и методы, обеспечивающие повышение эффективности функционирования МТС (рабочие гипотезы) в общем плане и – решаемые в диссертационной работе



Рис. 1. Направления повышения эффективности функционирования машинно-технологических станций

К ним отнесены организационное, технико-технологические и экономические.

При обосновании рационального состава МТС рассматривается многофункциональная МТС с включением в ее состав агрохимцентров различного уровня. Данное условие обосновывается тем, что широко используемые во всех МТС технологические отряды по обработке почвы и уборке при производстве сельскохозяйственной продукции в затратах занимают 17-20 и 40-44%. Химобработка посевов в затратах составляет 2,6-3,2%, а эффективность от нее достигает 35-50% за счет прибавки урожая. При этом проведенными исследованиями установлено, что прибыль от работы агрохимцентра в составе МТС достигает при возделывании яровой пшеницы – 77%, озимой пшеницы – 61%.

В связи с чем, обоснование рациональной структуры МТС представляется включением в ее состав агрохимцентров со складами, мобильными технологическими отрядами по протравливанию семян, перевозке и внесению удобрений, внесению химических средств защиты.

При использовании сельхозмашин через агрохимцентры МТС, наряду с более организованной работой, общий объем выполненных работ может значительно возрасти за счет мобильности химотрядов, а увеличение агротехнических сроков – за счет переездов с южных районов в северные, что подтверждается исследованиями на базе межрайонного агрохимцентра Самарской государственной сельхозакадемии,

основанного в 1998 году в составе 4-х протравочных машин ПС-10, опрыскивателей ОПМ-2000 (Россия), «Бранд» и «Фимке» (США) (по 1 шт.).

При этом для оценки сезонной выработки химотряда  $W$  предложена следующая формула

$$W = \frac{P \cdot T_i \cdot t \cdot N \cdot \omega}{Q}, \text{ за } \quad (1)$$

где  $P$  – число протравочных машин ПС-10 (в агрохимцентре СГСХА – 4 шт.),  $T_i$  – зональный агротехнический срок ( $T_r$  – для районного агрохимцентра на протравливание семян зерновых культур – 15 дней,  $T_{mr}$  – для межрайонного агрохимцентра – 30 дней);

$t$  – время смены (5 часов)

$N$  – количество смен (для агрохимцентров – 1);

$\omega$  – производительность машин ПС-10 (10 т/ч);

$Q$  – норма высева (средняя для зерновых – 0,2 т/га).

При работе агрохимцентра СГСХА в пределах района (районная МТС) выработка на протравливание семян за весенний сезон составила 750 тонн для посева на площади 15000 га, в нескольких районах (межрайонная МТС) при движении машин с юга Самарской области с началом посевной 26 04 на север с началом посевной 15 05 – 1500 тонн семян для посева на площади 30000 га

Данная методика была использована при обосновании оптимального состава протравочных машин, опрыскивателей, агрегатов для внесения удобрений при формировании рациональной системы машин для агрохимцентров МТС Самарской области. В частности использование протравочных машин в составе межрайонных агрохимцентров МТС позволит уменьшить их количество с 464 для каждого предприятия до 200 для районных МТС и до 100 для межрайонных МТС, что, при наличии в области 268 протравочных машин, позволит сэкономить 196 млн. рублей (при цене 1-й машины ПС-10 – 100 тыс. рублей)

При обосновании ведущих позиций системы машин для агрохимцентров МТС различного уровня» предлагается при создании региональной системы МТС выделять межрайонные МТС, объединяющие несколько районов общей площадью 180-350 тыс. га – нестабильных по экономическим показателям, районные МТС для более развитых в экономическом плане районов, общей площадью 40-180 тыс. га и механизированные отряды агропредприятий площадью 5-10 тыс га – для экономически независимых сельскохозяйственных организаций.

Существенным фактором эффективной работы МТС является современный, сбалансированный по экономическим, эксплуатационным, техническим и технологическим показателям комплекс машин

В связи с чем, предлагаются методики оценки эффективности машин для комплектации агрохимцентров МТС для двух характерных ситуаций

1. Стоимость машин различного по классу значительно отличается, а их производительность и годовая выработка – практически равноценны;

2. Стоимость машин значительно отличается, также значительно отличаются производительность и годовая выработка

Для первого случая наиболее приемлемой будет методика оценки эффективности с/х машин по доли их стоимости в общей прибыли (данная методика разрабо-

тана В.Прокопенко на Поволжской МИС), с помощью которой определяются наиболее эффективные наземные опрыскиватели и разбрасыватели удобрений для агрохм-центров МТС.

В соответствии с данной методикой при выборе опрыскивателя для агрохм-центра было определено, что доля стоимости различных опрыскивателей с одинаковой производительностью в общей прибыли при производстве яровой пшеницы составляет:

|            |            |         |
|------------|------------|---------|
| «Амазоне»  | (Германия) | - 15%,  |
| «Бранд»    | (США)      | - 14%   |
| «Фимке»    | (США)      | - 11%   |
| «ОПМ-2000» | (РФ)       | - 0,07% |

То есть, по экономическим показателям по предложенной методике наиболее эффективным будет отечественный опрыскиватель ОПМ-2000, хотя он значительно уступает импортным опрыскивателям по техническому уровню.

Для второго случая предлагается графоаналитический метод оценки. Данная методика заключается в аналитическом определении, так называемого коэффициента эффективности  $K_э$ , который показывает долю стоимости той или иной машины  $C$  (руб.) при обработке одного гектара в соответствии с заданным технологическим элементом в общем технологическом процессе (например, опрыскивание пестицидами) с учетом производительности машины  $\omega$  (га/час), ресурса машины  $P$  (лет), годов-овой загрузки – агротехнический срок работы  $T_i$  (час), по формуле

$$K_э = \frac{C}{P \cdot \omega \cdot T_i}, \quad \% \quad (2)$$

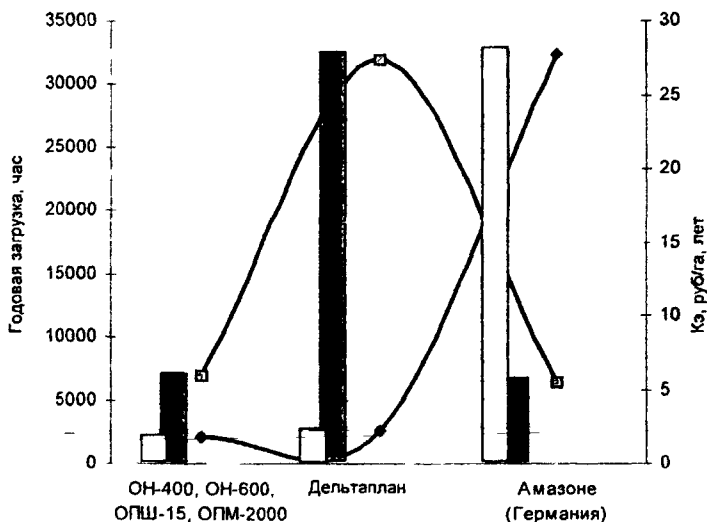


Рис 2 Зависимость коэффициента эффективности  $K_э$  и годовой выработки от типа и марки опрыскивателя (—◆— годовая выработка, —■—  $K_э$ )

При этом, чем меньше коэффициент  $K_3$ , тем выше эффективность машины. При определении данного показателя строится гистограмма или графическая зависимость показателя  $K_3$  по различным маркам машин и годовой выработке машин. При наложении этих двух графиков (рис 2) определяется оптимальная для МТС машина с минимальными производственными затратами и максимальной выработкой.

С учетом соответствующих характеристик с использованием формулы (2) были определены коэффициенты эффективности  $K$ , для наземных опрыскивателей и мотодельтаплана:

- наземные отечественные опрыскиватели ОН-400-1,43; ОН-600-1,59; ОПШ-15-2,08; ОПМ-2000-1,83,
- наземный импортный опрыскиватель "Амазоне" (Германия) – 27,7,
- мотодельтаплан – 2,2

В соответствии с построенными графическими зависимостями и по проведенным аналитическим расчетам рекомендуется для агрохимотрядов и районных агрохимцентров МТС отечественные опрыскиватели ОН-400, ОН-600, ОПШ-15 и ОПМ-2000, что совпадает с расчетами по первой методике.

Для агрохимцентров МТС повышенного уровня (межрайонных) – наиболее эффективными будут мотодельтапланы

В соответствии с изложенными методиками разработана структурная схема областной службы химизации с обоснованием требуемых для агрохимцентров позиций комплексов машин с расчетом их количества, предложениями по типам и марочному составу (рис. 3).

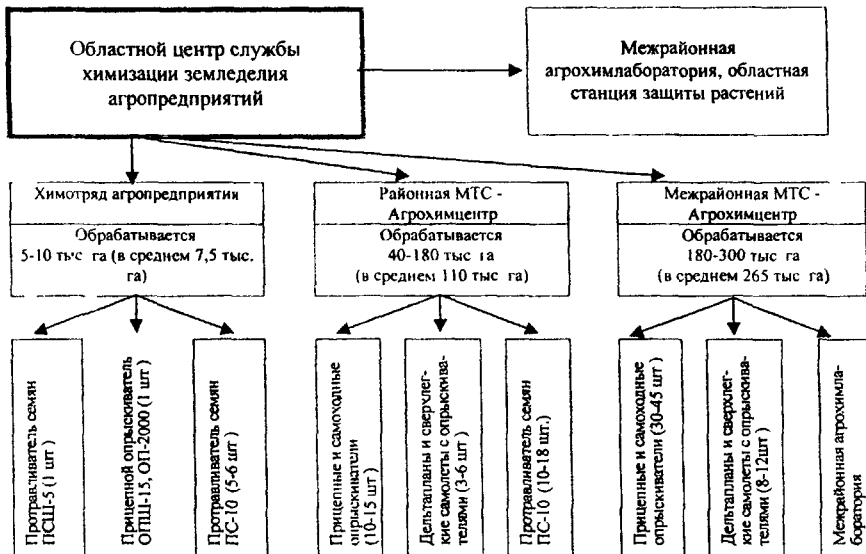


Рис. 3 Структура системы машинно-технологической станции по химизации земледелия - агрохимцентра



В связи с возрастающими объемами внесения минеральных удобрений в виде безводного аммиака (особенно интенсивно – в Самарской области, располагающей производителем безводного аммиака – объединением «Тольяттиазот»), отсутствием специальных почвообрабатывающих машин, для обоснования основного технологически-конструкционного параметра – расстановки рабочих органов в поперечной плоскости, предложены две методики:

I Основанная на механике разрушения грунтов При этом понимается, что безводный аммиак, проходя через питательную трубку за рыхлительной лапой, преобразуясь на выходе в газообразное состояние, проникает в образуемые при разрушении почвенного пласта трещины и по мере продвижения к поверхности закрепляется (фиксируется) почвенным комплексом (рис. 4)

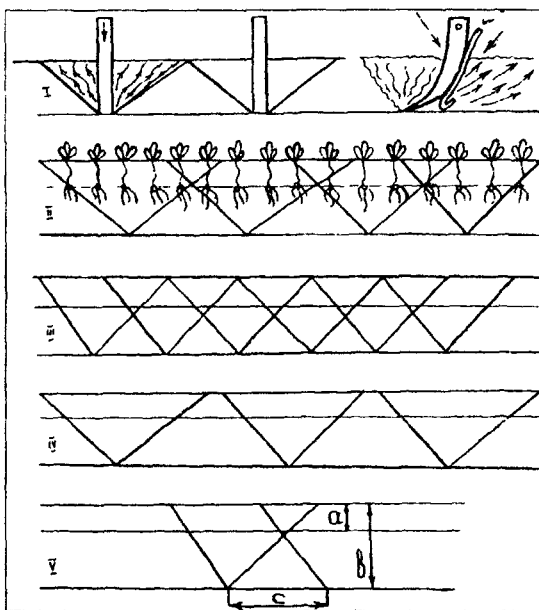


Рис 4 К определению рациональной расстановки рыхлительных лап для внесения безводного аммиака

При обосновании параметра С расстановки рыхлительных лап в поперечной плоскости рассматриваются две технологии'

1 Внесение безводного аммиака проводится непосредственно перед посевом с/х культур без последующих дополнительных обработок почвы – ранние культуры яровая пшеница, ячмень и т п

2. После внесения безводного аммиака проводятся культивации под поздние культуры (кукуруза и т п) на паровых полях и под основную обработку, обеспечивающие рыхление почвы и дополнительное перераспределение аммиака по горизонтали (схема IV).

3 В соответствии со схемой V (рис 4) оптимальная расстановка рыхлительных лап  $C_1$

для 1-й технологии будет

$$C_1 \leq \frac{2(b-a)}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ м}, \quad (3)$$

где  $a$  – глубина заделки семян, м;

$b$  – глубина обработки почвы, м.

Для 2-й технологии будет

$$\frac{2b}{\operatorname{tg} \alpha} \geq C_2 \geq \frac{2(b-a)}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ м}, \quad (4)$$

Существующие отечественные культиваторы-рыхлители обрабатывают почвенный пласт на глубину до 12 см и до 16 см. При глубине посева на 4 см, рациональной расстановкой рыхлительных лап будет

для технологии 1

$$C_1 \leq 16 \text{ см};$$

$$(b = 12 \text{ см})$$

$$C_1 \leq 24 \text{ см};$$

$$(b = 16 \text{ см})$$

для технологии 2

$$16 \text{ см} \leq C_2 \leq 24 \text{ см};$$

$$(b = 12 \text{ см})$$

$$24 \text{ см} \leq C_2 \leq 32 \text{ см};$$

$$(b = 16 \text{ см})$$

II Основанная на знании формы распределения безводного аммиака в почве, с частными случаями и общим случаем – законе «нормального распределения». В соответствии с имеющимися научными данными известно, что закон распределения безводного аммиака в почве с достаточной степенью точности может быть описан дифференциальной функцией закона «нормального распределения»:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

При этом по форме кривой, зависящей от значения среднеквадратического отклонения  $\sigma$ , можно подобрать оптимальную расстановку рабочих органов, обеспечивающую равномерное внесение аммиака в почву с помощью предлагаемой методики и использования известных зависимостей математической статистики

Для этого

1) Определяется закон распределения аммиака в почве после прохода рыхлительной лапы;

2) Определяется форма кривой распределения с ее параметрами ( $\sigma$ ),

3) Определяется расстояние  $C_{opt}$  для соответствующих технологий

В частности для внесения аммиака под ранние зерновые культуры (1 технология) должно обеспечиваться следующее условие

$$P\left(\frac{C_1}{2} + u_1\sigma < X < \frac{C_2}{2} + u_2\sigma\right) \approx 1, \quad (6)$$

где  $u_1=1$ ;  $u_2=2$  и т.д., номера рабочих органов, проходящих по следам соответственно  $C_1$  и  $C_2$  – максимального количества вносимого безводного аммиака

При глубине заделки аммиака  $\theta = 15$  см с учетом теории разрушения почвенного пласта рыхлящими рабочими органами,  $6\sigma=24$  см или  $\sigma=4$  см.

Для равномерного внесения аммиака в почву должна быть такая расстановка рабочих органов, когда при совмещении кривых распределения аммиака (рис 5) зона кривой, равная 0,25, характеризующая распределение аммиака в почве в зоне центра рассеивания, не должна пересекаться зоной центра рассеивания от другого рабочего органа, т.е. в сумме, равной 0,5, будет внесено 50% аммиака. Другая же доза внесения аммиака в объеме 50% или  $0,25+0,25$  площади, ограниченной дифференциальной функцией (5) и осью  $x$  (дном борозды), должна быть внесена от центра рассеивания на расстоянии далее границы выделенной ранее зоны с условной площадью 0,25, т.е. кривые распределения должны накладываться друг на друга, чтобы в сумме площадь, характеризующая дозу внесения аммиака также была равна 0,5.

Для 0,25 вычисленная по таблицам значений нормальной функции распределения  $f(x)$  величина  $x=0,6\sigma$ .

Тогда оптимальное расстояние между соседними центрами рассеивания, характеризующее расстановку рабочих органов будет, равно

$$C_{opt} = 0,6\sigma + 0,6\sigma + \frac{2,4\sigma + 2,4\sigma}{2} = 3,6\sigma. \quad (7)$$

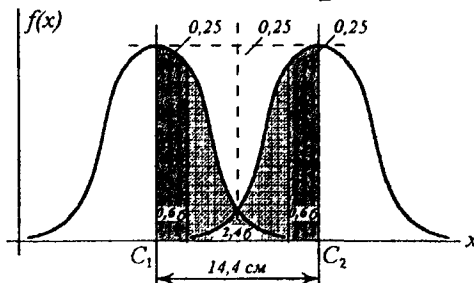


Рис 5 Зоны распределения безводного аммиака в почве при условии их частичного наложения друг на друга

С учетом определенного ранее для данного случая  $\sigma=4$  см,  $C=14,4$  см. По разработанной ранее методике определения расстановки рабочих органов (I) почвообрабатывающих машин, с учетом теории разрушения почв рыхлящими рабочими органами, этот параметр получен оптимальным в пределах  $C \leq 16$  см или ошибка между двумя методиками составляет менее 11%, что более характерно для I методики.

Проверка полученных значений на влияние расстановки рабочих органов на урожайность с/х культур полностью подтвердила правильность теоретических зависимостей обеих методик и дала возможность выбора соответствующих культивато-

ров для эффективного внесения безводного аммиака по различным технологиям (табл 1)

При разработке путей рационального управления и логистики МТС рассматриваются пути повышения эффективности агрохимцентров МТС за счет оптимального их управления с использованием теории «массового обслуживания» с адаптацией ее на: А – управлении расходными материалами в МТС (управление запасами) и Б – количества обслуживаемых предприятий с учетом наличия в МТС техники (задача очередей).

Таблица 1

Классификация культиваторов-рыхлителей для различных технологий внесения безводного аммиака

| Название и марка машины                     | Ширина захвата, м | Глубина обработки, см | Кол-во рабочих органов, шт | Расстояние между рыхлительными лапами, см | Использование  |                |
|---|-------------------|-----------------------|----------------------------|---|----------------|----------------|
|   |                   |                       |                            |   | 1-я технология | 2-я технология |
| КПС-4 (двухрядное расположение раб органов) | 4                 | до 12                 | 16                         | 25,0                                      |                | +              |
| КПС-4 (трехрядное)                          | 4                 | до 12                 | 24                         | 16,6                                      | +              |                |
| КШУ-4                                       | 4                 | до 12                 | 16                         | 25,0                                      |                | +              |
| КШУ-6                                       | 6                 | до 12                 | 24                         | 25,0                                      |                | +              |
| КШУ-8                                       | 8                 | до 12                 | 32                         | 25,0                                      |                | +              |
| КШУ-12                                      | 12                | до 12                 | 48                         | 25,0                                      |                | +              |
| КПО-6                                       | 6                 | до 12                 | 21                         | 28,5                                      |                | +              |
| КПП-8,4                                     | 3,6, 8,4          | до 12                 | 16, 36                     | 23  | +              |                |
| КШП-8                                       | 3,6, 6, 8,4       | до 12                 | 16, 36                     | 23  | +              |                |
| КРП-3                                       | 3                 | до 15                 | 27                         | 11,1                                      | +              |                |
| КГС-10                                      | 10                | до 16                 | 21                         | 47,6                                      |                | +              |

А. Управление расходными материалами особенно важно для исключения простоев техники в МТС. При этом используется основная модель «управления запасами» с системой фиксированного размера заказа (задача в классической статистике довольно известная, но в управлении МТС на сегодняшний день не применяющаяся).

Система с фиксированным размером заказа основана на выборе размеров партии, минимизирующих общие издержки управления запасами. При этом предполагается, что издержки управления запасами состоят из издержек выполнения заказа и издержек хранения расходных материалов.

Эффективная работа агрохимцентра определяется, наряду с другими показателями, непрерывностью выполнения заявок или «постоянной интенсивностью сбыта» при увеличении сезонных издержек хранения запасов  $C_u$  и  $q/2$  ( $C_u$  – закупочная цена единицы товара,  $i$  – издержки хранения,  $q$  – размер партии расходных материалов),  $q$  – минимальные сезонные издержки управления запасами

Наиболее экономичные размеры (объем) заказа (выполняемых работ) можно рассчитать, используя формулу Уилсона

$$q_{\text{опт}} = Q = \sqrt{\frac{2C_p S}{C_s \cdot i}}, \text{ руб.}, \quad (8)$$

где  $S$  – годовой сбыт в единицах.

В идеальном случае уровень запасов (расходного материала) уменьшается с постоянной интенсивностью и как только он достигнет нуля немедленно поступает новый заказ  $Q$ .

Для общего случая для определения точки (момента) заказа необходимо знать временную задержку между моментом подачи заказа и моментом его получения и средний ожидаемый сбыт  $SL$  за время доставки  $L$ . Однако в половине случаев фактический сбыт за время доставки заказа может превысить среднее значение и наступит временная нехватка расходного материала, что приведет к простоям технологических отрядов агрохимцентра МТС. Поэтому к ожидаемому сбыту за время доставки заказа добавляется резервный или страховой запас  $B$ . Тогда точка заказа  $P$  определяется по формуле

$$P = B + \bar{S}dL, \quad (9)$$

где  $\bar{S}dL$  – средний суточный сбыт.

При этом средний уровень запасов составляет

$$I = B + \frac{Q}{2} \quad (10)$$

Результаты моделирования выраженные через вероятность дефицита и средние уровни запасов, можно сравнить с результатами, полученными для существующей системы.

Б. Использование теории «массового обслуживания» для обоснования оптимального количества технологических средств в МТС рассматривается на примере задачи «очереди».

Для этого МТС рассматривается как система обслуживания со следующими характеристиками:

- $\lambda$  – поток заявок на проведение работ;
- $N$  – количество обслуживаемых предприятий;
- $T_{\text{об}}$  – время обслуживания;
- $K$  – среднее число заявок, поступающих за время  $t$  (длина очереди)

Тогда вероятность поступления  $K$  заявок за время  $t$  будет представляться законом Пуассона

$$P_{K(t)} = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad k = 1, 2, \dots, \quad (11)$$

где  $\lambda = 1/m_0$  – плотность потока заявок (число заявок в единицу времени);

$$m_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{oi} \quad \text{– математическое ожидание времени между двумя заявками,}$$

$T_{oi}$  – промежуток времени между двумя произвольными соседними заявками,  
 $n$  – число случаев (наблюдений)

Тогда производительность системы МТС будет равна

$$T_{oi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{oi}, \quad (12)$$

где  $T_o$  – среднее время обслуживания одной заявки;

$T_{oi}$  – время обслуживания  $i$ -ой заявки.

Длина очереди (среднее число заявок) будет равна

$$m_S = \frac{\frac{\alpha^{N+1}}{N \cdot N! (1 - \frac{\alpha}{N})^2}}{\sum_{k=0}^N \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^{N+1}}{N! (N - \alpha)}} \quad (13)$$

Критерий эффективности МТС – денежное выражение затрат определяется целевой функцией

$$Z = Z_{ож} + N_n \rightarrow \min, \quad (14)$$

где  $Z_{ож}$  – затраты из-за ожидания,  $N_n$  – затраты на создание и эксплуатацию  $N$  каналов обслуживания.

Средние потери времени каждой заявкой в ожидании обслуживания будут равны

$$\tau = m_S \cdot T_{об}, \quad (15)$$

$$m_{(T)} = \lambda \cdot t. \quad (16)$$

Суммарные потери времени в ожидании обслуживания (всех заявок за время  $t$ )

$$T_{ож(t)} = n(t) \cdot \tau = \lambda \cdot t \cdot m_S \cdot T_{об}. \quad (17)$$

Затраты в системе на ожидание обслуживания

$$Z_{ож(t)} = C_{ож} \cdot T_{ож(t)}, \quad (18)$$

где  $C_{ож}$  – убыток за единицу времени и ожидание одной заявки обслуживания.

Приведенные затраты за время  $t$  системы определяются как

$$Z_{N(t)} = (C_N + E_H + k_N) \cdot N_t, \quad (19)$$

где  $C_n$  – затраты на обслуживание одного канала (агропредприятия) в единицу времени;

$k_N$  – капиталовложения на технологическое оборудование МТС за единицу времени работы;

$E_H$  – нормативный коэффициент эффективности.

Тогда для эффективной работы МТС суммарные затраты  $Z$  должны быть минимальными:

$$Z = C_{ож} \cdot T_{ож(t)} + (C_N + E_H + k_N) \cdot N_t \rightarrow \min, \quad (20)$$

Эффективность МТС зависит от ее логистики, или рационального транспортного перемещения мобильных технологических отрядов по заявкам агропредприятий. Для этого, с учетом транспортного сообщения между населенными пунктами по дорогам с твердым покрытием (L) и грунтовым (S) предлагаются способы движения по «лучам» и по «спирали». При этом экспериментально-теоретическими исследованиями установлено, что траектория движения по «спирали» выгоднее, чем по «лучам». В частности при обслуживании МТС агропредприятий Кинельского района (зона расположения агрохимцентра СГСХА) траектория движения по «лучам» превышает траекторию движения по «спирали»  $L_{\text{общ}} > S_{\text{общ}}$  на 37,5%

В третьем разделе «Программа и методика экспериментальных исследований» изложены программа исследований, методики разработки рациональных структур и состава МТС, методики используемые при исследованиях, оценке и совершенствованию конструкций сельскохозяйственных машин для агрохимцентров МТС, методики оценки эффективности безводного аммиака при различной расстановке рабочих органов культиваторов, условия проведения испытаний и характеристика испытываемого агрегата для внесения безводного аммиака в почву.

В четвертом разделе «Результаты экспериментальных исследований и их анализ» представлены экспериментальные исследования сезонной выработки сельскохозяйственной техники в системе МТС и обоснование ее количественного состава, результаты экспериментально-теоретических исследований по выбору рациональных технических средств для агрохимцентров МТС (на пример опрыскивателей), результаты исследований по определению рациональных параметров (расстановке рабочих органов) культиваторов для внесения безводного аммиака в почву

Так, при определении оптимального количества протравочных машин ПС-10 для Самарской области экспериментально подтверждены сделанные расчеты по увеличению сезонной выработки межрайонных агрохимцентров МТС в два раза по сравнению с районными и химотрядами предприятий, что дает возможность для региона в два раза уменьшить количество протравочных машин, а для Самарской области сэкономить 19 млн. 600 тыс. рублей (рис.6,7)

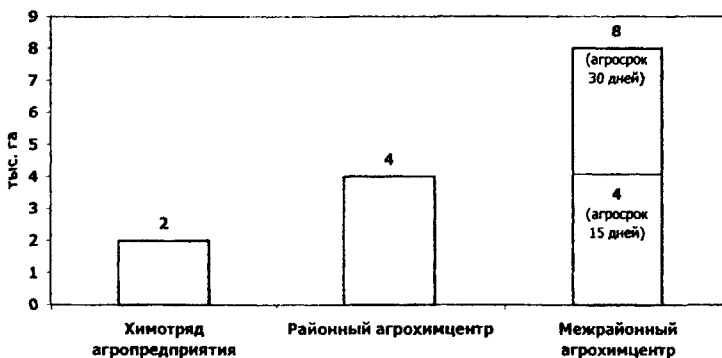


Рис 6 Нагрузка на одну машину ПС-10 при ее работе в составе агрохимцентров

По качественному составу сельхозмашин для агрохимцентров МТС теоретически обосновано и экспериментально доказано, что для районных агрохимцентров и химотрядов агропредприятий наиболее эффективным будут отечественные опрыски-

ватли типа ОПМ-2000, а для межрайонных агрохимцентров – мотодельтапаны, о чем свидетельствует коэффициент эффективности разработанной соответствующей методики (Рис.7).

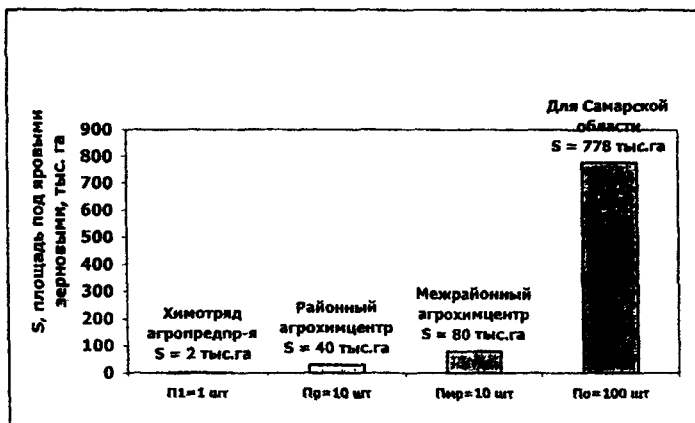


Рис.7. Оптимальное количество машин ПС-10 для агрохимцентров и Самарской области

При определении влияния расстановки рабочих органов культиваторов на эффективность действия безводного аммиака на сельскохозяйственные растения установлена закономерность фиксации аммиака почвой в форме кривой Гаусса с пиком по проходу рабочего органа (рис.5), что подтвердило теоретические исследования и дало возможность рекомендовать оптимальную расстановку для различных технологий внесения безводного аммиака и соответственно рекомендовать существующие культиваторы с заводской расстановкой рабочих органов (таблица 1).

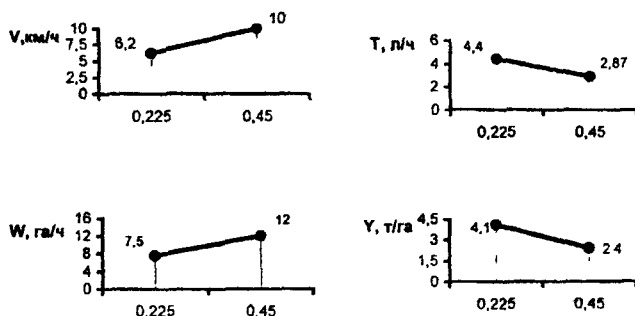


Рис 8 Влияние расстановки рабочих органов культиваторов для безводного аммиака на эксплуатационные показатели и урожайность

При этом при уменьшении расстановки рабочих органов с 0,45 до оптимальной – 0,225 м у агрегата, состоящего из трактора К-701, культиватора КШУ-12, рабочая



скорость уменьшилась на 38%, производительность – на 38%, удельный расход топлива возрос на 35%, а урожайность ячменя увеличилась на 28% (рис.8).

При разработке рекомендаций по территориальному делению региона (на примере Самарской области) для работы агрохимцентров МТС рассматривается целесообразность в сегодняшней хозяйственно-экономической ситуации создание межрайонных МТС с выделением в их структуре агрохимцентров.

Для Самарской области для 27 районов с учетом проведенных теоретических и экспериментальных исследований по географическим и экономическим принципам рекомендовано 10 агрохимцентров межрайонных МТС (рис.9)

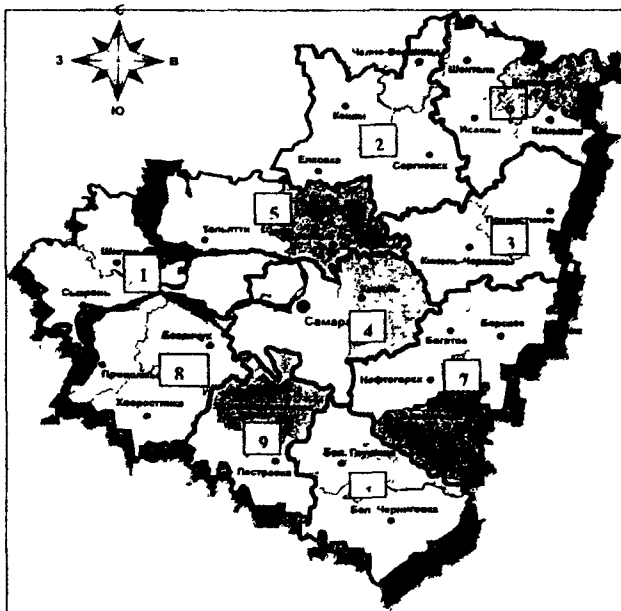


Рис.9 Территориальное закрепление районов Самарской области за межрайонными агрохимцентрами МТС

Объединенные районы.

- 1 – Сызранский, Шигонский, Ставропольский
- 2 – Сергиевский, Кошкинский, Елховский, Челно-Вершинский
- 3 – Похвистневский, Кинель-Черкасский
- 4 – Кинельский, Волжский
- 5 – Ставропольский, Красноярский
- 6 – Иса克林ский, Шенталинский, Клявлинский, Камышлинский
- 7 – Нефтегорский, Богатовский, Борский, Алексеевский
- 8 – Приволжский, Хворостянский, Безенчукский
- 9 – Красноармейский, Пестравский
- 10 – Большеглушицкий, Большечерниговский

При этом их экономическая эффективность при протравливании семян, внесении минеральных удобрений и химической защите растений при выполнении тре-

буемых для области объемов работ определяется в объеме 1 млрд 500 млн. рублей в год, рентабельностью 30-40% и окупаемостью инвестиционных вложений – 3-4 года (Таблица 2).

Таблица 2

Экономическая эффективность работы межрайонных МТС по химизации земледелия

| № | Показатели                     | Технологические операции |                               |                               |
|---|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|   |                                | Протравливание семян     | Внесение удобрений            | Хим. защита растений          |
| 1 | Обрабатываемая площадь, млн.га | 1,5<br>(зерновые)        | 2,5<br>(зерновые и пропашные) | 2,0<br>(зерновые и пропашные) |
| 2 | Стоимость техники, млн руб.    | 30,4                     | 192,0                         | 87,0                          |
| 3 | Годовая прибыль, млн руб       | 900                      | 300                           | 300                           |
| 4 | Рентабельность, %              | 30-40                    |                               |                               |
| 5 | Окупаемость, лет               | 3-4                      |                               |                               |

Для эффективной работы самой МТС необходимы финансовые отчисления или, как правило, отчисления от прибыли.

Наиболее распространенным, на сегодняшний день, в аграрном комплексе вознаграждением за работу агрохимцентров МТС является отчисление от прибыли в размере 25%. При этом, как показывают расчеты (таблица 3) это составит 375 млн руб., что позволит уже в первый год окупить затраты на приобретение техники (309,4 млн.руб.).

Соответственно, при 50%-ом отчислении от прибыли, полученные за работу агрохимцентрами вознаграждения в объеме 750 млн.руб. в 2,5 раза превышают затраты на приобретение техники

Более продолжительным, с точки зрения окупаемости затрат на приобретение техники, является вариант 10%-ого отчисления от прибыли, при котором вознаграждение составит 150 млн руб. Хотя для агропредприятий это вариант является наиболее благоприятным

В целом, наиболее экономически обоснованными будут взаимоотношения между агропредприятиями и МТС, когда на период создания МТС (2-3 года) предприятия будут отчислять ей 25% от получаемой прибыли, впоследствии постепенно снижая их величину до 10%.

Таблица 3

Отчисления в пользу МТС от получаемой прибыли

| №             | Технологическая операция                           | Доля отчислений от прибыли, |            |            |
|---------------|--|-----------------------------|------------|------------|
|               |  | 10%                         | 25%        | 50%        |
| 1             | Протравливание семян, (млн руб )                   | 90                          | 225        | 450        |
| 2             | Внесение удобрений, (млн руб )                     | 30                          | 75         | 150        |
| 3             | Химическая защита растений (пестициды), (млн руб ) | 30                          | 75         | 150        |
| <b>ВСЕГО:</b> |  | <b>150</b>                  | <b>375</b> | <b>750</b> |

## Общие выводы

1 Для эффективного функционирования зональных многопрофильных МТС в их структуру должны быть включены агрохимцентры различного уровня по объемам и видам выполняемых работ, позволяющие повысить эффективность МТС в целом на 60-80%.

2 Качественная и количественная комплектация агрохимцентров МТС должна корректироваться в зависимости от их уровня по критериям: агросрок, стоимость машины, с учетом ее доли в произведенной продукции, и сезонная выработка агрегата. При этом количество машин в МТС может быть уменьшено в 2 раза - для районных, и в 4 раза - для межрайонных станций за счет интенсивности использования техники

3 Конструктивные параметры почвообрабатывающих агрегатов для внесения безводного аммиака должны соответствовать технологиям и видам возделываемых сельскохозяйственных культур. Для ранних культур поперечная расстановка рыхлителей должна быть  $\leq 16$  см, для поздних культур и при обработке паров - в пределах 16-24 см

4 Рациональное управление агрохимцентрами МТС должно строиться на принципах управления складскими запасами расходных материалов и очередью на выполнение технологических операций, а также разработкой наиболее эффективных маршрутов движения мобильных технологических отрядов на основе более выгодной траектории движения по «спирали», нежели по «лучам», которая на 37,5% эффективнее.

5 Экономическая эффективность системы агрохимцентров МТС в Самарском регионе оценивается прибылью 1500 млн. в год и рентабельностью 30-40%.

### Основные положения диссертации отражены в следующих работах:

1 Милюткин В.А., Ниц А.Ю., Сергачев И.Л. МТС и химизация земледелия: целесообразность и перспективы // Агро-информ Самара, 2000, № 22 – С. 28-30.

2 Милюткин В.А., Сергачев И.Л. Агрохимцентры на базе МТС // Агро-информ Самара, 2000, № 23-24 – С. 22-24

3. Милюткин В.А., Сергачев И.Л. Концепция функционирования МТС по химизации земледелия // Проблемы сельского хозяйства и пути их решения: Сб науч трудов Самара, 2000. – С. 157-160.

4 Милюткин В.А., Сергачев И.Л. Обоснование системы машин для структурных подразделений МТС по химизации земледелия. // Проблемы сельского хозяйства и пути их решения: Сб. науч трудов. Самара, 2000. – С. 162-164.

5. Милюткин В.А., Сергачев И.Л. Обоснование эффективности наземных опрыскивателей с целью оптимизации системы машин для МТС по химизации земледелия. // Проблемы сельского хозяйства и пути их решения: Сб. науч. трудов. Самара, 2000. – С. 165-168

6 Милюткин В.А., Сергачев И.Л. Сравнительный анализ эффективности использования на химических обработках посевов с/х культур сверхлегкой авиации // Проблемы сельского хозяйства и пути их решения. Сб науч. трудов. Самара, 2000. – С. 168-170

7 Милюткин В.А., Сергачев И.Л. Графо-аналитический метод расчета оптимального качественного и количественного состава машин в системе МТС по химизации земледелия. // Проблемы сельского хозяйства и пути их решения. Сб. науч трудов Самара, 2000 – С. 170-174.

2002-АФ 93672  
23672

8 Милюткин В.А., Сизов Ю.М., Королев В.М., Синютин П.Г., Сергачев И.Л. Опыт работы агрохимотряда СГСХА по обслуживанию агропредприятий Самарской области. // Проблемы сельского хозяйства и пути их решения: Сб. науч. трудов. Самара, 2000. – С. 174-176

9 Милюткин В.А., Фрост И.В., Сергачев И.Л., Ниц А.Ю. Оптимальные решения при выборе общей схемы агрегата для внесения безводного аммиака. // Актуальные агроинженерные проблемы АПК: Сб. науч. трудов. Самара, 2001. – С. 245-248.

10. Милюткин В.А., Сергачев И.Л., Ниц А.Ю. Механико-технологическое обоснование оптимальной расстановки рабочих органов почвообрабатывающих машин для внесения безводного аммиака. // Актуальные агроинженерные проблемы АПК: Сб. науч. трудов. Самара, 2001. – С. 248-252.

11. Милюткин В.А., Сергачев И.Л., Ниц А.Ю. Система машин для внесения минеральных удобрений в соответствии с технологиями возделывания с/х культур на переходном этапе реформирования АПК. // Актуальные агроинженерные проблемы АПК. Сб науч трудов Самара, 2001. – С. 252-254.

12. Милюткин В.А., Сергачев И.Л., Ниц А.Ю. Оптимальное оснащение агропредприятий протравочными машинами с учетом их коллективной эксплуатации (на примере Самарской области). // Актуальные агроинженерные проблемы АПК: Сб науч. трудов. Самара, 2001. – С. 254-257.

13 Милюткин В.А., Сергачев И.Л., Ниц А.Ю., Фрост И.В. Использование «закона нормального распределения» для определения оптимальной расстановки рабочих органов при внесении безводного аммиака // Совершенствование машиноиспользования и технологических процессов в АПК Сб. науч трудов Самара, 2002. – С. 200-202

14 Милюткин В.А., Сергачев И.Л., Ниц А.Ю., Милюткин А.В. Экономическая целесообразность наличия агрохимцентров в составе МТС // Агро-информ: Самара. 2002, № 39. – С. 14-16

ЛР № 020444 от 10 03 98 г

Подписано в печать 30.09 2002  
Формат 60x84 1/8  
Бумага типографическая № 1  
Усл печ л 1  
Заказ 536 тираж 100