

570

На правах рукописи

*О. Задорный*

Задорный Олег Геннадьевич



003055831

**РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ  
АЭРОЗОЛЬНОГО РАСПЫЛЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ  
ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ**

25.00.36. геозкология

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

Барнаул 2007

На правах рукописи

Задорожный Олег Геннадьевич

**РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ  
АЭРОЗОЛЬНОГО РАСПЫЛЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ  
ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ**

25.00.36. геоэкология

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

Барнаул 2007

Работа выполнена в Институте водных и экологических проблем СО РАН.

Научный руководитель: – доктор физико-математических наук, профессор  
Суторихин Игорь Анатольевич

Официальные оппоненты: – доктор технических наук, профессор  
Сеначин Павел Кондратьевич

– кандидат технических наук  
Перфильев Владимир Олегович

Ведущая организация: Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова

Защита состоится: 18 апреля 2007 г. в 10 часов на заседании диссертационного  
совета Д 003.008.01 в Институте водных и экологических проблем СО РАН по  
адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных и экологи-  
ческих проблем СО РАН

Автореферат разослан 18 марта 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

к.г.н., доцент



Ротанова И.Н.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и болезнями растений широко применяется химический метод защиты. Сущность его заключается в обработке посевных площадей веществами, производящими узконаправленное действие на фактор, отрицательно влияющий на культивируемые растения.

В настоящее время для распыления пестицидных препаратов используются авиационные системы, наземные штанговые малообъемные и ультрамалообъемные опрыскиватели, газодинамические установки. Современная техника обеспечивает точную навигацию и позволяет управлять расходом рабочей жидкости в зависимости от скорости движения опрыскивателя. Однако вопрос качества процесса остается актуальным и по сей день.

Основными видами контроля качества являются:

-биологический контроль; его суть состоит в изучении фактического снижения уровня заражения территории после проведения обработки пестицидами;

-технический контроль, заключающийся в измерении физических показателей качества опрыскивания: равномерность распределения распыленной жидкости по ширине захвата машины, дисперсность (спектр размеров) распыляемой жидкости и густота покрытия листовой поверхности.

В данный момент технический оперативный контроль за использованием ядохимикатов не осуществляется из-за отсутствия необходимой приборной и методической базы, в первую очередь, специализированных передвижных лабораторий, крайне необходимых специалистам краевой и районных станций защиты растений.

Большие объемы применения и широкий ассортимент пестицидов требуют четкого соблюдения требований к качеству обработки и постоянного контроля для предотвращения загрязнения окружающей среды.

Негативное воздействие, оказываемое в результате неконтролируемого применения химических средств защиты растений, может привести к деградации экосистем на больших площадях и возникновению ландшафтов с обедненным составом флоры и фауны.

**Целью работы** является оптимизация применения пестицидов. Работа направлена на повышение эффективности внесения химических средств защиты растений при уменьшении отрицательного воздействия на окружающую среду.

#### **Задачи работы:**

1. Создание специализированной передвижной лаборатории аэрозольных измерений для исследования дисперсного состава и равномерности распределения частиц на подстилающей поверхности при аэрозольном распылении пестицидных препаратов.

2. Создание комплекса оперативного определения дисперсности и равномерности распределения частиц на базе широко известного метода Френча с использованием компьютерной техники.

3. Экспериментальные исследования и сравнительный анализ размеров распыляемых частиц, и их распределения по обрабатываемой поверхности при применении различных опрыскивательных систем.

#### **Научная новизна:**

1. Предложена структура специализированной комплексной передвижной лаборатории, позволяющей проводить исследования дисперсности, густоты покрытия и равномерности распределения и частиц на подстилающей поверхности для оперативной оценки качества аэрозольного применения пестицидных препаратов.

2. Проведена автоматизация измерений по методу Френча размеров частиц и густоты покрытия поверхности и обработки результатов измерений для оценки характеристик качества распыления препарата.

3. Впервые получены результаты натуральных экспериментальных исследований качества внесения пестицидов при использовании различных опрыскивающих систем на территории Алтайского края. Установлено значительное различие равномерности распределения и размеров частиц при использовании опрыскивающих систем разных конструкций. Проведены сравнительный анализ и ранжирование применяемых распылительных установок. Разработаны рекомендации по выбору опрыскивателя для проведения различных видов химических обработок.

**Практическая значимость работы.** Практическая значимость исследований, представленных в диссертации, заключается в их направленности на решение конкретных задач по контролю

лю за качеством аэрозольного применения пестицидов с целью снижения отрицательного воздействия на окружающую среду и повышения эффективности использования химических средств защиты растений.

Созданная передвижная лаборатория была рекомендована для использования краевой станцией защиты растений и федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору в целях осуществления мониторинга и государственного контроля за качеством применения пестицидов.

Для повышения качества и оперативности проводимых практических процедур предложена автоматизация метода измерения характеристик распыления на основе компьютерной техники.

Результаты проведенных исследований позволяют выбрать опрыскивающую систему для внесения конкретных пестицидов наиболее оптимальным образом.

**Достоверность.** Достоверность обеспечивается применением распространенных методов и оборудования для проведения приборных и прямых наблюдений: при проведении измерений использовались фотоэлектрические счетчики типа ПКЗВ-906 и АЗ-6, каскадные импакторы, аспираторы, оптические микроскопы; сопоставимостью результатов, полученных при применении различных методов; большим количеством отобранных проб и проведенных измерений: за один проход опрыскивателя проводилось 75 измерений на 15 планшетах.

#### **На защиту выносятся:**

1. Структура специализированной передвижной лаборатории для исследования дисперсного состава, равномерности распределения частиц на подстилающей поверхности и оценки качества аэрозольного применения пестицидных препаратов.

2. Измерительный комплекс для автоматического определения равномерности и густоты покрытия, размеров частиц с использованием метода Френча для повышения скорости и качества обработки экспериментальных данных.

3. Результаты экспериментальных исследований качества применения пестицидов при использовании различных опрыскивающих систем на территории Алтайского края. Выявлено различие равномерности распределения и размеров частиц при использовании опрыскивающих систем разных конструкций. Сравнительный анализ и ранжирование применяемых распылительных установок.

### **Апробация работы.**

Материалы диссертации обсуждались и докладывались на XI и XII рабочих группах «Аэрозоли Сибири» (Томск, 2004, 2005 гг.), V и VI конференциях молодых ученых ИВЭЛ СО РАН, 2005, 2006 гг., конференции «Молодежь–Барнаул» (Барнаул, 2004) симпозиуме «Контроль и реабилитация окружающей среды» (Томск, 2006).

**Внедрение результатов исследования.** Материалы диссертации используются в работе Краевой и районных станций защиты растений, Главного и районных управлений сельского хозяйства Алтайского края, о чем имеются соответствующие акты внедрения.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе препринт и 2 статьи в отечественных научных журналах, рекомендованных ВАК для публикации диссертационных материалов.

### **Личный вклад**

Личный вклад диссертанта в выполнении работы заключается в создании передвижной комплексной лаборатории аэрозольных измерений, в подготовке и проведении экспериментальных исследований, в обработке и анализе результатов. Основные результаты диссертационной работы, получены при личном вкладе автора.

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 86 листах, содержит 42 рисунка, список литературы включает 75 наименований.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении обосновывается актуальность работы, формулируются задачи исследования, отмечается научная новизна, апробация и практическая ценность, приводится краткая характеристика диссертационной работы.

В первой главе рассмотрены экологические аспекты применения пестицидов, теоретические основы распыления и основные критерии качества аэрозольного применения пестицидов.

К основным критериям качества опрыскивания сельскохозяйственных культур относят три показателя: равномерность распределения распыленной жидкости по ширине захвата машины, дис-

перность (спектр размеров) распыляемой жидкости и густота покрытия листовой поверхности.

**Равномерность распределения распыленной жидкости по ширине захвата машины** выражена коэффициентом вариации (V):

$$V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100 \%, \text{ где} \quad (1)$$

$\sigma$  – среднеквадратичное отклонение,

$M$  – среднее значение показателей.

Данная величина показывает отклонение фактического распределения жидкости от расчетной средней нормы расхода.

**Дисперсность (спектр размеров) распыляемой жидкости** выражается медианно-массовым диаметром капель (ММД) мкм, который характеризует, в каких каплях сосредоточена половина массы распыляемого вещества. Постоянного и какого-либо единого оптимального размера частиц, пригодного для всех случаев, даже при использовании одной и той же аппаратуры и одного и того же препарата, не существует. Оптимальный размер капель определяется для каждого конкретного вида химических обработок опытным путем и зависит от многих факторов: вида вредного организма и защищаемой растительности, характера токсического действия активного вещества и физических свойств его препаративной формы.

Размер капель определяется разными способами и имеет различные значения. Для определения среднего размера большинства капель в полидисперсной системе аэрозоля определяют среднеарифметический диаметр капель:

$$d_{cp} = \frac{\sum d_i n_i}{N} \text{ где} \quad (2)$$

$d_i$  – диаметр капель отдельных классов,  $n_i$  – количество капель отдельного класса,  $N$  – общее количество капель.

Для определения диапазона размера капель, в которых заключена половина массы жидкости графическим путем находят медианно-массовый диаметр капель. Однако наиболее часто вычисляют средневесовой или среднеобъемный диаметр капель по следующей формуле:

$$d_{cp.ob} = \sqrt[3]{\frac{\sum d_i^3 n_i}{N}} \quad (3)$$



Густота покрытия листовой поверхности выражается количеством капель на  $1 \text{ см}^2$ .

Основная задача при применении химических средств – это нахождение оптимальной величины капель и их количества на единицу площади. Все остальное – норма расхода активного вещества, общее количество применяемой жидкости – определяется в зависимости от этих показателей.

Во второй главе приводится описание созданной специализированной передвижной лаборатории для контроля эффективности аэрозольного применения пестицидов.

Созданная оригинальная передвижная лаборатория аэрозольных измерений предназначена для проведения периодических контрольных замеров во время опрыскивания полей и лесной местности как от вредителей и болезней растений, так и для стимулирующих рост сельскохозяйственных культур удобрений. Структура лаборатории представлена на рис. 1.

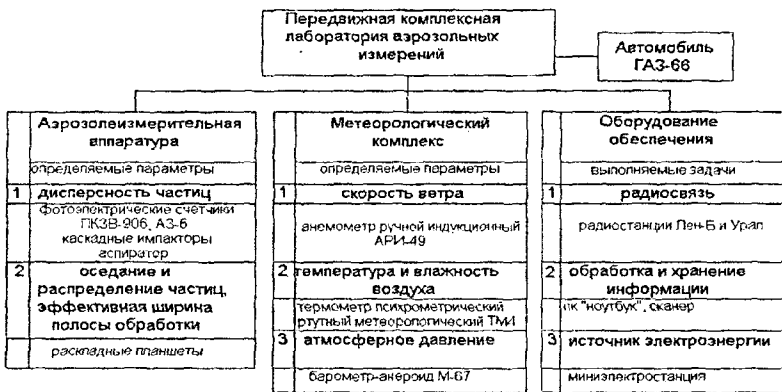


Рис. 1 Структура передвижной лаборатории аэрозольных измерений.

Для получения информации о дисперсном составе распыляемых различными установками частиц использовался ряд методов, позволяющих произвести подсчет и сортировку частиц как с использованием приборов, так и прямыми наблюдениями. Для приборного счета числа частиц использовались фотоэлектрические счетчики типа ПКЗВ-906 и АЗ-6.

Разделение аэрозоля на фракции различных размеров производится импакторами.

Для выделения из аэрозоля непосредственно взвешенной фракции для определения массовой концентрации вещества применяются аспираторы.

Для определения размеров и плотности осевших после распыления установками на растения частиц был выбран хорошо зарекомендовавший себя метод предложенный К.Б. Френчем («Plant protection, Ltd», Фернхерст, Англия). Суть его заключается в расположении на поле, где проводится опрыскивание, нескольких рядов планшетов, покрытых полиэтиленовой пленкой. Размер планшетов был выбран 1x1 м. Расположение осуществляется перпендикулярно направлению движения опрыскивателей с предусмотренными интервалами по различным схемам. Планшеты собираются по порядку и затем проводится регистрация размеров частиц и их количества с помощью измерительного микроскопа с дальнейшим пересчетом на 1 см<sup>2</sup>.

Кроме того передвижная лаборатория оснащена метеостанцией М-49, ручным анемометром, психрометром, прибором ДАР-1, средствами радиосвязи (радиостанции Лен-Б и Урал), ПЭВМ, устройством автономного электропитания.

В третьей главе решается вопрос об усовершенствовании метода Френча и автоматизации процессов измерений на основе компьютерной техники.

Изначально по методу Френча основной объем работ по подсчету числа и размеров частиц осуществлялся вручную. На рис. 2 представлено изображение капель в поле зрения измерительного микроскопа.

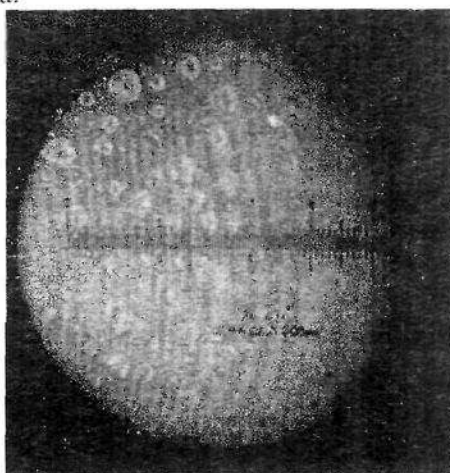


Рис. 2. Капли в поле зрения измерительного микроскопа

Для повышения точности и скорости обработки полученных результатов предложено использовать современную компьютерную технику.

Для быстрого снятия информации с планшетов тестировались основные виды широко доступной цифровой оптической техники: цифровые фотоаппараты с высоким разрешением ПЗС-матрицы, наличием функции «макросъемка» и сканеры с различной разрешающей способностью. На рис. 3 представлено изображение, полученное при помощи сканера.

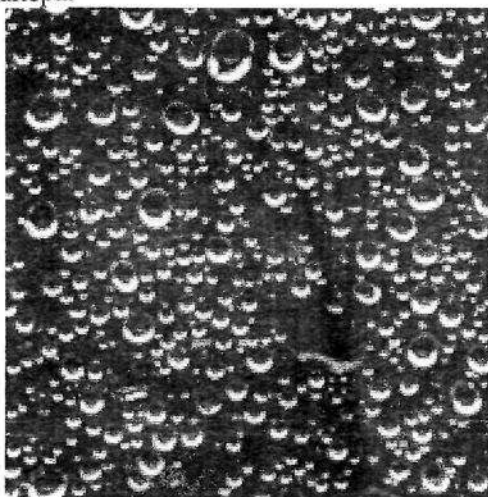


Рис. 3. Изображение капель на планшете, полученное при помощи сканера на площади  $1 \text{ см}^2$

При использовании сканера получают неполные изображения капель. Это объясняется его конструктивными особенностями сканера. Считывающий элемент движется вдоль считываемой области в одном направлении, воспринимая отраженный каплей свет лишь частично.

Для определения размера капли автором был применен следующий способ расчета размера по неполному изображению.

На изображении капли произвольно выбираются три точки – А с координатами  $(x_1, y_1)$ , В  $(x_2, y_2)$  и С  $(x_3, y_3)$  (рис.4). Основным условием выбора является их расположение на границе изображения капли.

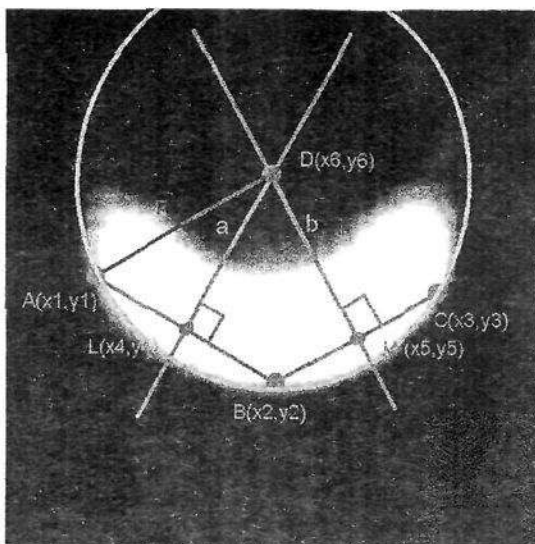


Рис. 4. Техника расчета размера капли по ее неполному изображению

Через данные точки строятся прямые АВ и ВС, заданные уравнениями  $y_{AB} = k_{AB}x_{AB} + b_{AB}$  и  $y_{BC} = k_{BC}x_{BC} + b_{BC}$ . Через середины отрезков АВ и ВС строятся прямые  $a$  и  $b$ , перпендикулярные отрезкам. Точка пересечения прямых  $a$  и  $b$ , будет являться центром окружности.

$$-(1/k_{ab})x_a + b_a = -(1/k_{bc})x_b + b_b \quad (4)$$

Из уравнения 4 получаем координаты центра окружности D ( $x_6, y_6$ ).

Так как капли в большинстве случаев имеют неправильную форму, то место положения центра и радиус просчитываются несколько раз, затем усредняются. Координаты среднего центра точек и величина среднего радиуса заносятся в массив, содержащий информацию о количестве и размере капель.

На рис. 5 представлен алгоритм программы для подсчета размера и количества частиц осажденных на планшет. Блок «Обработка изображения» включает в себя набор операций, преобразовывающих графический файл. Производится преобразование изображения в черно-белое, бинаризация и создание файла, содержащего информацию в цифровом виде о наличии капли в каждой точке. Анализ изображения заключается в обработке полученного массива с целью расчета размера и числа капель.

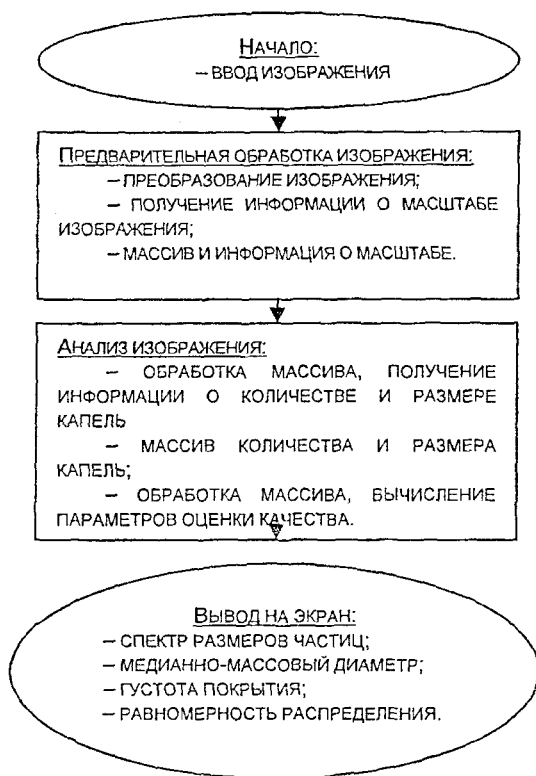


Рис. 5. Алгоритм работы программы по обработке изображений

Полученные данные используются для расчета спектра размеров частиц, дисперсии, равномерности распределения.

В четвертой главе представлены результаты исследований качества аэрозольного применения пестицидов.

В период с 2001 по 2005 год передвижной лабораторией аэрозольно-газовых измерений ИВЭП СО РАН были проведены комплексные исследования характеристик аэрозолей пестицидных препаратов, создаваемых различными распылительными установками. За пять лет измерений в полевых условиях проверены 24 наземные и авиационные установки, распыляющие пестицидные препараты в 17 районах Алтайского края.

При проведении измерений на пути движения опрыскивателя раскладывались 15 планштов размером 1x1м по различным схемам. После прохождения опрыскивателя планшеты собирались

по порядку и проводилась регистрация частиц при помощи оптического микроскопа. На каждом планшете выбиралось 5 точек, расположенных по краям и в середине планшета. При одном проходе опрыскивателя проводилось 75 измерений, что позволило достоверно оценить ширину захвата каждого опрыскивателя, дисперсность создаваемых частиц, густоту покрытия и равномерность распределения.

Для регистрации выноса капель за границу зоны обработки использовались выносные посты, размещенные на разном удалении от обрабатываемой территории. Посты были оборудованы фотоэлектрическими счетчиками и раскладными планшетами для фиксации аэрозольных частиц.

Проводился сравнительный анализ работы представителей трех видов опрыскивателей:

- штанговые установки;
- авиационные опрыскиватели;
- аэрозольные генераторы.

При сравнении установок по спектру создаваемых ими частиц, необходимо учитывать, что оптимальный размер различен для разных видов обработок отличается.

При инсектицидных обработках наибольшую ценность частицы размером 5–30 мкм. Такие капли создаются при помощи установок ультрамалообъемного опрыскивания: штанговой КР-0295 на базе автомобиля Нисан, КХ-00460 и МДР-50СХ на базе мотодельтаплана, а также аэрозольного генератора ГРД на базе автомобиля ЗИЛ-131.

Расход жидкости этих опрыскивателей находится в пределах 10л препарата на гектар. При этом используются неразбавленные пестициды, что повышает требования к точности внесения препарата. Преимущественный размер частиц, создаваемый другими установками, значительно превышает предъявляемые требования к применению препаратов контактного действия для борьбы с насекомыми. Перечисленные выше установки имеют свои достоинства и недостатки, обусловленные их конструкцией и принципом действия. Основным недостатком установок ГРД является значительный вынос частиц за полосу обработки, так как при работе установки реактивным двигателем создается нагретая струя аэрозоля, в результате чего часть мелких частиц испаряется и затем конденсируется вдали от зоны обработки, другая часть сносится ветром. Принципом действия объясняется и неравномерность покрытия аэрозольными частицами, что сказывается на отклонении количе-

ства внесенного вещества от установленной нормы для препарата. Однако при борьбе с насекомыми достижение полной однородности покрытия не требуется. Основным достоинством при проведении инсектицидных обработок установками ГРД является преимущественный размер частиц (5–10 мкм), наиболее приближенный к оптимальному.

Главным недостатком авиационных установок КХ-00460 и МДР-50СХ на базе мотодельтапланов является снос частиц за полосу обработки. Поскольку высота полета мотодельтаплана при проведении аэрозольной обработки составляет в среднем 5 м, то время осаждения частиц до поверхности обрабатываемых растений значительно выше, чем у штанговых опрыскивателей. Поэтому возможность сноса частиц под действием ветра за границы ширины захвата мотодельтаплана увеличивается и составляет 2–5%.

Достоинством установки МДР-50СХ является возможность точной навигации при помощи спутниковой навигационной системы GPS. Это позволяет точно соблюдать траекторию и скорость движения опрыскивателя для предотвращения возникновения зон с превышенной или недостаточной концентрацией пестицида, возникающих как в результате наложения полос, так из-за неравномерности скорости полета мотодельтаплана. Использование навигационной системы позволяет значительно уменьшить отклонение количества внесенного препарата от установленной нормы (у системы МДР-50СХ с навигационной системой GPS отклонение составляет 6%, у системы КХ-00460 без GPS—13%).

Основным преимуществом авиационных опрыскивателей является скорость выполнения обработок, что позволяет проводить опрыскивание на значительных площадях за небольшое время.

Штанговый опрыскиватель КР-0295 на базе автомобиля Нисан обеспечивает наиболее качественное опрыскивание. Преимущественный размер частиц, создаваемых данной установкой, составляет 20–50 мкм. Полное соответствие количества внесенного препарата установленной норме достигается благодаря отсутствию выноса частиц за пределы полосы обработки и равномерности распределения частиц.

Отсутствие выноса частиц обеспечивается конструкцией опрыскивателя. Распылители размещены на штангах на высоте около 1 м от поверхности земли. Благодаря этому, время осаждения капель на поверхность растения уменьшается, что в сочета-

нии с достаточно крупными каплями (20–50 мкм) делает влияние ветра незначительным, и вынос частиц за полосу обработки не проявляется.

Равномерность распределения частиц обеспечивается применением высоких технологий: использованием спутниковой навигационной системы GPS совместно с автоматизированной системой регулирования расхода жидкости.

Навигационное оборудование позволяет соблюдать траекторию движения опрыскивателя, что предотвращает возникновение зон избыточных либо недостаточных концентраций. Дополнительным преимуществом для штанговых установок, которое дает система GPS благодаря точной навигации, является возможность проводить обработку в темное время суток.

Для эффективного воздействия гербицидных и фунгицидных препаратов требуются частицы более крупного размера. Наиболее оптимальным считается диапазон частиц 50–100 мкм. Капли таких размеров создаются при помощи установок малообъемного опрыскивания. Такие системы обеспечивают расход от 10 до 50 л на гектар с учетом разбавления. Помимо малообъемных опрыскивателей используются также среднеобъемные. Преимущественный размер частиц, создаваемых этими установками, составляет 150–300 мкм, а расход жидкости варьируется от 50 до 400 л/га с учетом разбавления. К этим опрыскивателям относятся АНТЕЙ, RAV-14GV-25, «Керкитокс», ОП-2000 и ОПШ-15.

Недостатком установки СУМО-24 на базе автомобиля УАЗ 452 с системой навигации GPS является неоднородность покрытия по направлению движения. Это объясняется отсутствием системы автоматизированного управления расходом жидкости. При изменении скорости движения опрыскивателя возникают изменения в равномерности распределения препарата. В результате возникает отклонение от установленной нормы расхода (до 15%). Достоинствами данной установки являются стабильный спектр частиц (50–120 мкм) и возможность применения в темное время суток.

Преимущественный размер частиц, создаваемых авиационной системой на базе самолета АН-2, составляет 100–150 мкм. Основным недостатком данной установки является вынос частиц за полосу обработки, чем объясняется небольшое отклонение от установленной нормы внесения вещества (7%). Меньшая величина сноса капель по сравнению с дельтапланами объясняется более крупным размером капель (100–150 мкм АН-2 и 20–50 мкм



у дельтапланов). Главным достоинством данной опрыскивающей системы является возможность обработки значительных площадей в короткое время.

Штанговые опрыскиватели АНТЕЙ на базе автомобиля ГАЗ-66 осуществляют неоднородное покрытие препаратом по направлению движения. Причиной этого является неравномерность скорости движения опрыскивателя по полю. Преимущественный размер частиц Антея находится в пределах 50 мкм и 400–500 мкм. Основными недостатками опрыскивающей системы Антей является высокий снос частиц (около 7%) и превышение установленной нормы внесения на 20%. Превышение установленной нормы объясняется большим количеством крупных капель диаметром 400–500 мкм.

Импортные установки RAV-14GV-25 и «Керкитокс», смонтированные на базе трактора МТЗ. Преимущественный размер частиц, создаваемых этими системами, составляет 200–300 мкм. Постоянная скорость движения трактора обеспечивает равномерное распределение капель пестицида по направлению движения опрыскивателя. Средний размер капель предотвращает вынос препарата за пределы полосы обработки. Равномерность движения и отсутствие сноса препарата позволяют данным системам обеспечивать соответствие установленной норме внесения пестицида.

Отечественный опрыскиватель ОП-2000 на базе трактора МТЗ создает частицы, преимущественный размер которых составляет 200–300 мкм. Эта установка создает практически равномерное распределение препарата, однако наблюдается превышение установленной нормы внесения на 15%. Достоинствами данного опрыскивателя является стабильный спектр частиц и отсутствие выноса за пределы полосы обработки.

Отечественный опрыскиватель ОПШ-15 на базе трактора МТЗ обеспечивает практически равномерное покрытие частицами размером 300–400 мкм. Главным недостатком данной системы является крупный размер частиц.

Особое внимание необходимо уделить газодинамической установке ГДУ-400 «Туман» на базе автомобиля ЗИЛ-131.

Здесь можно выделить все недостатки присущие как авиационным системам, так и наземным штанговым опрыскивателям. Но наибольшее опасение вызывает использование при распылении препаратов горячего контура реактивного двигателя. Хотя в рекламных проспектах на эти установки отмечается нагрев при рас-

пылении до температур порядка 80°С, однако, скорее всего, даже такие температуры приводят к существенному испарению мелких частиц распыляемой жидкости и изменению физико-химических свойств препарата после конденсации.

На основании проведенных полевых измерений, сравнительного анализа данных и критерия качества аэрозольной обработки полей, было проведено ранжирование аэрозольных опрыскивающих установок.

Наиболее высокими характеристиками распыления препаратов и качеством обработки обладает универсальная опрыскивающая система КР-0295 с автоматизацией системы управления расходом рабочей жидкости и навигационной установкой GPS, смонтированной на базе автомобиля Нисан.

Второе место занимают установки СУМО-24 на базе автомобилей УАЗ. Они также оснащены навигационной системой GPS, но не имеют автоматизацией системы управления расходом рабочей жидкости.

На третьем месте – самолеты АН-2 и мотодельтапланы,

Четвертое место занимает установка ГРД (применительно к инсектицидным обработкам).

Пятое место разделили установка «Антей» и установки типа СУМО-24 без систем автоматизации управления расходом рабочей жидкости и навигационной установки GPS.

На шестом месте – штанговые опрыскиватели RAV-14G-25, RAV-14G-35 и «Киркитокс».

Седьмое место – штанговые опрыскиватели отечественные ОПШ -15, ОП-2000.

Восьмое место заняла газодинамическая установка ГДУ-400.

### **Заключение**

Основные результаты работы состоят в следующем:

1. Создана оригинальная передвижная комплексная лаборатория аэрозольных измерений, позволяющая проводить оперативные исследования качества работы опрыскивателей с использованием приборов и прямых наблюдений. Данная лаборатория была рекомендована к использованию краевой станцией защиты растений и федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору для осуществления мониторинга и государственного контроля за качеством применения пестицидов.

2. Для повышения качества и оперативности проводимых исследований предложена автоматизация метода Френча для измере-

ния характеристик аэрозольного распыления на основе компьютерной техники.

3. На основании проведенных работ установлено значительное различие эффективности аэрозольной обработки при применении различных видов авиационной, штанговой и газодинамической распылительной техники. Проведен сравнительный анализ применяемых установок по качеству обработки и их ранжирование. Разработаны рекомендации по выбору опрыскивателя для проведения различных видов химических обработок

### Публикации по теме диссертации

1. Задорожный, О.Г. Природопользование при применении пестицидов в сельском хозяйстве Алтайского края [Текст] / О.Г. Задорожный, И.А. Суторихин // Ползуновский вестник / Барнаул, 2005. – №4, Ч. 2. – С. 142-147.

2. Задорожный, О.Г. Сравнительный анализ установок по распылению пестицидов [Текст] / О.Г. Задорожный, И.А. Суторихин // Аэрозоли Сибири, XI Рабочая группа: тезисы докладов / Томск, 2004. – С. 54

3. Задорожный, О.Г. Повышение эффективности аэрозольного применения пестицидов в сельском хозяйстве [Текст] / О.Г. Задорожный, И.А. Суторихин / Молодежь – Барнаулу, тезисы докладов / Барнаул, 2004. – С. 53

4. Задорожный, О.Г. Влияние характеристик распыления форсунки на качество малообъемного опрыскивания [Текст] / О.Г. Задорожный, И.А. Суторихин // Аэрозоли Сибири, XII Рабочая группа: тезисы докладов / Томск, 2005. – С. 46

5. Задорожный, О.Г. Передвижной комплекс контроля качества аэрозольной обработки [Текст] / И.А. Суторихин, О.Г. Задорожный // Защита и карантин растений №1. – 2005. – С. 36-39

6. Задорожный, О.Г. Мониторинг применения химических средств защиты растений. // Ползуновский вестник / Барнаул, 2006. – №2-1, – С. 264-268

7. Задорожный, О.Г. Усовершенствованный метод контроля качества аэрозольного применения пестицидов [Текст] / И.А. Суторихин, О.Г. Задорожный // Контроль и реабилитация окружающей среды: материалы докладов / Томск, 2006. – С. 39-40.

8. Задорожный, О.Г. Анализ качества аэрозольного применения пестицидных препаратов в Алтайском крае [Текст] / И.А. Суторихин О.Г. Задорожный /Препринт. – Барнаул, 2006. – 50 с.

Отпечатано в типографии АЦНТИ.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times.  
Печать офсетная. Заказ № 96.  
Тираж 100 экз.