

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Кафедра технических систем в агробизнесе, природообустройстве
и дорожном строительстве

Кузнецов В.В.

Основы теории и тенденции развития сельскохозяйственных машин

Часть 5

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата)



Брянск 2019

УДК 631.3 (076)

ББК 40.72

К 89

Кузнецов, В. В. Основы теории и тенденции развития сельскохозяйственных машин: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата). Ч. 5 / В. В. Кузнецов. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 144 с.

В пятой части учебно-методического пособия приведены: основные направления и тенденции развития научно-технического прогресса в области отечественных и импортных орудий для химической защиты растений; назначение, технические характеристики, устройство, технологические и рабочие процессы, достоинства и недостатки; пример расчета основных параметров; особенности механизации процессов растениеводства в условиях рыночной экономики.

Приведенные сведения формируют знания студентов по компетенциям, предусмотренным рабочей программой дисциплины «Основы теории и тенденции развития сельскохозяйственных машин».

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельной работы студентов, полезно магистрантам, аспирантам и может быть использовано в профессиональной деятельности специалистами инженерных служб сельскохозяйственных предприятий.

Рецензент: доцент кафедры Технического сервиса, к.т.н., доцент В.М. Кузюр.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол № 8 от 28 июня 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019

© Кузнецов В.В., 2019

С _____ ие

Введение.....	4
1 Основные тенденции развития опрыскивателей.....	5
2 Тенденции развития опрыскивателей конкретных фирм-производителей.....	35
2.1 Опыскиватели отечественного производства.....	35
2.2 Тенденции развития импортных опрыскивателей.....	57
2.2.1 Опыскиватели Белорусского производства	57
2.2.2 Опыскиватели фирмы LEMKEN.....	71
2.2.3 Опыскиватели фирмы AMAZONE	88
2.2.4 Опыскиватели фирмы Kverneland (Нидерланды).....	111
2.2.5 Опыскиватели фирмы JohnDeere.....	113
2.2.6 Опыскиватели фирмы Challenger.....	117
2.2.7 Опыскиватели фирмы Dammann (Германия).....	122
2.2.8 Опыскиватели фирмы Caffini (Италия).....	124
2.2.9 Опыскиватели фирмы Challenger (Нидерланды).....	125
2.2.10 Опыскиватели фирмы «Jacto» (Бразилия).....	128
3 Основы теории машин для химической защиты растений.....	129
Задачи.....	137
Контрольные вопросы.....	138
Список литературы.....	140

Введение

В настоящее время интенсивность растениеводства все более оптимизируется, чтобы в соответствии с севооборотом и преобладающими климатическими условиями работать экономически эффективно. Вместе с высокими ожиданиями роста урожайности всех культур требуется надежная, удобная в обслуживании и точная в применении техника для защиты растений и внесения жидких удобрений.

Успешное управление защитой растений - это одно из важнейших условий получения хорошего урожая. Современные и высокопроизводительные опрыскиватели оказывают специалисту-растениеводу поддержку в ежедневном преодолении постоянного вопроса разумного соотношения между сокращением затрат и повышением урожая при одновременной защите окружающей среды.

1 Основные тенденции развития опрыскивателей

На основе изучения отечественной и иностранной научной литературы, анализа материалов международных выставок, результатов патентного поиска установлено, что среди машин для защиты растений по-прежнему первое место по числу инновационных технических решений занимают штанговые опрыскиватели.

В их развитии сохраняются следующие основные тенденции:

- повышение качества внесения рабочей жидкости благодаря совершенствованию конструкций машин в целом и ее основного рабочего органа – штанги с распылителями, а также внедрению средств автоматизации управления технологическим процессом;

- обеспечение высокопроизводительной и долговечной работы путем увеличения ширины захвата и вместимости рабочих баков, широкого использования электронных средств управления, улучшения качества изготовления;

- снижение экологической нагрузки на окружающую среду благодаря совершенствованию технологий опрыскивания, дозированного и адресного внесения химических средств защиты, систем промывки, использованию новых конструкционных материалов для снижения массы машин и оснащения ходовой части шинами со сниженным давлением на почву.

Наряду с этим прослеживается тенденция преимущественного развития систем регулирования рабочих параметров с компьютерной поддержкой. Практически все ведущие зарубежные фирмы-изготовители встраивают в свои опрыскиватели электронные средства, чтобы повысить функциональность, производительность и комфортабельность машин. На конструктивном совершенствовании опрыскивателей отражается также и наблюдающееся в последние годы развитие систем точного земледелия, в связи с чем наряду с традиционными электронными системами опрыскиватели стали оснащаться оборудованием, позволяющим работать по сигналам спутниковых навигационных систем.

Навесные опрыскиватели имеют ширину захвата до 28 м и вместимость рабочего бака до 1800 л. Эти баки оформлены компактно, оснащены устрой-

ствами для очистки и промывочными баками. Органы управления заполнением, очисткой и опорожнением расположены в одном месте. На опрыскивателях используются различные типы штанг (стальные, алюминиевые, с воздушным рукавом и др.), которые гидравлически складываются в виде пакета в горизонтальное или вертикальное положение. При ширине захвата более 13 м они снабжаются системами стабилизации.

Прицепные опрыскиватели имеют ширину захвата до 45 м и вместимость рабочего бака до 7000 л. Элементы регулировок, контрольно-измерительные устройства размещены так, что они легко доступны водителю. Распределительный трубопровод обычно выполняется кольцевым, в результате чего в начальный момент опрыскивания на всех распылителях имеют место полная концентрация рабочего раствора и установленное давление. При очистке внутренних коммуникаций опрыскивателя считается наиболее выгодным предусмотреть систему циркуляции жидкости. Для очистки внешней поверхности предлагаются брандспойты со специальными насадками, которые могут запитываться либо от насоса опрыскивателя, либо через отдельный насос высокого давления. При транспортных переездах прицепные опрыскиватели могут перемещаться со скоростью 40-50 км/ч.

В общем, повышение эффективности химической защиты растений с использованием штанговых опрыскивателей связано с тремя основными проблемами:

- повышение эффективности использования опрыскивателей как машинно-тракторных агрегатов в реальных условиях эксплуатации;
- повышение эффективности распыляемых пестицидов;
- повышение экологической безопасности.

При решении этих проблем подлежат исследованию четыре участвующих в технологическом процессе субъекта: опрыскиватель, как машинно-тракторный агрегат; рабочий раствор пестицида; окружающая среда, характеризующаяся состоянием почвы, температурой, влажностью, характером движения и скоростью воздушных потоков; целевой объект обработки, характеризующийся

пространственным расположением, свойством поверхности и т.д. Рассмотрим кратко основные направления совершенствования опрыскивателей в разрезе поставленных проблем.

Для повышения эффективности использования опрыскивателей, как машинно-тракторных агрегатов, используется достаточно глубоко разработанная и проверенная на практике теория эксплуатации машинно-тракторного парка.

При этом в качестве критерия оптимизации чаще принимается минимум приведенных эксплуатационных затрат и учитываются как природно-климатические условия, форма хозяйствования, так и энергетические, кинематические, технологические, прочностные особенности агрегатов. Результатом работы в этом направлении в России и за рубежом явилось производство большого типажа опрыскивателей к тракторам различного класса тяги и для различных способов агрегатирования. Это высокопроизводительные самоходные большегрузные широкозахватные, способные работать на повышенных рабочих и транспортных скоростях отечественные («Сумо-24», «Туман», ОП-24 и т.д.) и зарубежные («Альбатрос 65», «Hardi Commander», и т.д.) опрыскиватели. Известны высокопроизводительные широкозахватные прицепные опрыскиватели («Супер 2500, «ОПП-27570», «ОП-24 Ураган», «ОПШ-3-24» и т.д.). Такие опрыскиватели эффективно используются в крупных по территории хозяйствах с большой средней площадью полей, большой длиной гона, с большим радиусом внутривозвратных переездов. Они позволяют сократить разрыв в производительности по сравнению с авиационным способом опрыскивания.

Для работы в хозяйствах с более ограниченными площадями и мелкоконтурными полями производятся навесные опрыскиватели с широким диапазоном вместимости бака (от 220 л. у «ОН-220/5» до 2500 у «ОП-2500-28») и шириной захвата от 5 до 28 метров. Диапазон производительности у них ниже, чем у самоходных и прицепных и составляет 5...20 га/ч.

Аналогичные типы опрыскивателей производят и зарубежные фирмы. Например, уже в течение девяти лет на полях Ленинградской области успешно зарекомендовали себя опрыскиватели Датской фирмы «Hardi International A/S».

Это навесные модели NK и NV с баком ёмкостью от 300 до 800 л., модели «Master» с баком ёмкостью от 600 до 1200 л. и прицепные модели «Hardi Commander» с ёмкостью бака до 4200 л.

Кроме приведенных отличий, на опрыскивателях могут иметься приспособления, повышающие производительность и техническую надёжность. Это система отключения отдельных секций штанги, гидравлическая система перевода штанги в рабочее и транспортное положение, предохранительные системы, система контроля и сигнализации и т.д.

Такое разнообразие конструктивных решений хорошо отвечает требованиям повышения эффективности использования опрыскивателей как машинно-тракторных агрегатов за счёт снижения эксплуатационных затрат, но усложняет и сдерживает решение проблем повышения эффективности распыляемых пестицидов и повышения экологической безопасности. Многолетними испытаниями установлено, что с увеличением величины емкости бака выше оптимальной усложняется конструкция машины, возрастает материалоемкость конструкции и уплотнение почвы сверх нормативного показателя, ухудшаются условия вождения агрегата, качество химзащитных работ резко падает. В опытно-конструкторских и научно-исследовательских работах в направлении снижения эксплуатационных затрат не проводится комплексное исследование опрыскивающих агрегатов как динамических систем, недостаточно глубоко рассматривается влияние изменяемых конструктивных параметров на качество работ.

Вопросы *повышения эффективности распыляемых пестицидов и повышения экологической безопасности* тесно связаны между собой. Оба эти фактора улучшаются при снижении потерь пестицидов в окружающую среду в виде испарения, сноса из рабочей зоны, непопадания на обрабатываемый объект, скатывания в почву с поверхности обрабатываемого объекта, неравномерности нанесения по поверхности обрабатываемого объекта и т. д. Поэтому проанализируем направления решения проблемы повышения эффективности распыляемых пестицидов, подразумевая и одновременный положительный эффект в области экологической безопасности.

Рассмотрим основное положение из области эффективности распыляемых пестицидов. Исследованиями установлено, что биологическая активность применяемых средств защиты растений и условие успешного подавления объектов, от которых производится защита полезных растений, связаны с густотой и равномерностью покрытия поверхности обрабатываемого объекта каплями пестицидов. Существует установленная экспериментально минимально допустимая плотность (густота) покрытия (МДПП) для обрабатываемых объектов, ниже которой не достигается достаточная биологическая эффективность применения средств защиты растений. Для гербицидов этот показатель составляет 30 капель на 1 см², инсектицидов – 50 и фунгицидов – 50. Летальное количество препарата, необходимое для экологически безопасного подавления объекта, при условии поддержания постоянной заданной концентрации раствора, как правило, во много раз меньше того количества химического вещества, которое обычно содержится в МДПП. Однако, для имеющихся в настоящее время опрыскивателей, условно можно принять, что заключенное в МДПП количество препарата – это и есть летальная норма (доза) для данного объекта.

В идеальном случае вся поверхность объекта должна быть покрыта равномерно с МДПП каплями рабочего раствора заданной концентрации. Причём, эффективность не зависит от величины капель, а зависит только от МДПП. Следовательно, для достижения максимальной экономической эффективности идеальный опрыскиватель должен равномерно покрывать поверхность обрабатываемого объекта мелкими каплями с МДПП.

Выше приведенные предпосылки являются основополагающими и им подчинены все направления совершенствования опрыскивателей. Рассмотрим в таком контексте основные направления совершенствования опрыскивателей.

Центральным направлением совершенствования опрыскивателей является снижение норм расхода пестицидов за счёт совершенствования распыливающих систем. Распылители должны обеспечивать распыливание рабочей жидкости равномерно, с заданным расходом, независимо от скорости агрегата на капли оптимального диаметра. *Размер капель рабочей жидкости* является

важнейшим фактором. С одной стороны, как было уже сказано, биологическая эффективность препарата не зависит от величины капель. Крупные капли имеют негативные свойства. Во-первых, для достижения МДПП с помощью крупных капель требуется большая норма внесения пестицида, чем с помощью мелких. Так, при уменьшении размера капель в 2 раза густота покрытия увеличивается в 8 раз.

Во-вторых, крупные капли, имея большую скорость падения и кинетическую энергию, отражаются от поверхности обрабатываемого объекта и падают на почву. Большинство из крупных капель, имеют крутую траекторию падения, меньше увлекаются воздушными потоками и покрывают в основном верхнюю поверхность растений.

В третьих, имея большой вес, крупные капли плохо удерживаются на поверхности растений и скатываются на почву.

Единственным преимуществом крупных капель является меньший их снос ветром из рабочей зоны. Однако, при уменьшении размера капель увеличивается их испарение и снос из рабочей зоны. Испаряются в основном мелкие (до 25 мкм) капли. Оптимальным при гидравлическом способе распыла является размер капель 80-360 мкм [6, 11, 12, 13]. В связи с этим во всём мире проводятся активные исследования по совершенствованию дозирующих, распределительных и распыливающих устройств.

В связи с этими особенностями основным направлением совершенствования опрыскивателей явилось снижение нормы внесения рабочей жидкости при сохранении МДПП за счёт снижения размера капель и получения монодисперсного распыла. По этому показателю опрыскиватели можно разделить на четыре поколения.

К первому поколению относят опрыскиватели, используемые в технологиях полнообъёмного опрыскивания с традиционными нормами расхода рабочей жидкости 300...3000 л/га. Такие опрыскиватели мало приспособлены для снижения потерь пестицидов. На них используются гидравлические распылители, дающие полидисперсный распыл жидкости с наличием как крупных, так

и слишком мелких капель, уносимых воздушным потоком за пределы обрабатываемого объекта. Приспособлений для поддержания равномерности дозирования, регулирования размера капель, повышения точности и равномерности нанесения на объект у опрыскивателей первого поколения нет. Поэтому для них отраслевым документом РД 10 6.1 – 89 допускаются потери препаратов от сноса ветром и осаждения на почву до 81%. Частично модернизированные представители технической базы этого поколения используются в сельском хозяйстве по настоящее время (ОПШ-15-01, ПОМ-630, ОПВ-1200А и т.д.).

Второе поколение опрыскивателей было рекомендовано к серийному выпуску в 1982...1984 годах для реализации технологий мало- и ультрамалообъемного опрыскивания с сокращёнными нормами расхода пестицидов в 1,5...2 раза (ОП-2000-2-01, ОПВ-2000, ОМ-630-2, ОУМ-4, ОМ-320-2, ОП-2000-2-01, ОМ-630-2, ОМП-601-ПЭМЗ и т.д.).

К третьему поколению относятся опрыскиватели для мало- и ультрамалообъемного опрыскивания с контролируемым размером капель и с сокращёнными в 2-3 раза нормами расхода пестицидов на базе пневмомеханического диспергирования рабочих жидкостей и электрочарядки капель. (технология проходит широкую производственную проверку).

Завершены НИР и начинается серийный выпуск мало- и ультрамалообъемного контролируемого опрыскивания с сокращёнными в 2...5 раз нормами расхода пестицидов на базе монодисперсного диспергирования рабочих жидкостей и сепарации мелких капель для предотвращения сноса их ветром. Для реализации этой технологии на «Подольском электромеханическом заводе» начат серийный выпуск базовых модификаций опрыскивателей четвёртого поколения (монодисперсный, ультра малообъемный с сепарацией мелких капель ОСК-200 и т.д.).

Таким образом достигнуто снижение норм расхода рабочей жидкости с 300...3400 до 1...20 л/га. Однако внедрение современных технологий опрыскивания в России происходит медленно. Примерно 30% средств защиты растений используется при полнообъемном опрыскивании, 45% - при малообъемном и 0,5% - при ультра малообъемном. Остальные 25% используются при протравливании, аэрозольной обработке, опылинии и т.д.

Более того, в ряде регионов России осуществляется серийное воспроизводство морально устаревших и экологически опасных опрыскивателей образца 70-80-х годов. Некоторые НИИ рекомендуют использовать такую технику при условии её модернизации комплектами (модулями) запасных частей зарубежного производства, например американской фирмы «Spraying Systems». При серийном производстве отечественных опрыскивателей второго и третьего поколений также широко используются наиболее ответственные узлы иностранного производства. Так в базовой модели отечественного малообъемного опрыскивателя ОМП-601-ПЭМЗ устанавливается диафрагменный насос «Комет» итальянского производства и распылители «XR Титджет» восьми типоразмеров и «DG Титджет» шести типоразмеров. По заказу может оснащаться комплектом автоматизированного управления.

В мировой практике защиты растений сейчас присутствует весь спектр технологий опрыскивания: полнообъемное с нормой расхода рабочей жидкости 300-1000 л/га и более, малообъемное с расходом жидкости 75-300 и ультрамалообъемное с расходом 1-10 л/га на полевых культурах и 5-50 л/га на многолетних насаждениях. Основная часть работы по защите растений осуществляется с помощью навесных штанговых опрыскивателей с расходом рабочей жидкости 75-300 л/га.

Гидравлические опрыскиватели, оснащенные традиционными распылителями щелевого, вихревого или дефлекторного типа, исчерпали свои технологические возможности, и в своем развитии достигли конструктивного предела по снижению нормы расхода рабочей жидкости и степени ее диспергирования. Поэтому они не соответствуют современному мировому уровню развития химии и экологии пестицидов и не могут быть рекомендованы для внесения современных средств защиты растений с нормами расхода, например, 5-30 л/га.

Однако до сих пор широкое распространение в зарубежных штанговых опрыскивателях находят щелевые, дефлекторные, инжекторные, струйные распылители. Обычно на одну вращающуюся головку устанавливают по 3-4 распылителя разных типоразмеров. В последнее время популярностью пользуются

комбинированные пневмогидравлические насадки типа «Турбо-дроп», «Эйр тек» и др. С их помощью нормы внесения регулируются в пределах 30-125 л/га, а спектр дисперсности капель находится в пределах 100-450 мкм.

Принципиально новым или, скажем так, революционным направлением снижения потерь пестицидов и уменьшения нормы их расхода является создание и распространение в мире вращающихся распылителей, обеспечивающих узкий спектр размеров капель и на этой основе - монодисперсной ультрамало-объемной технологии с контролируемым размером и осаждением капель. Поскольку вращающиеся, прежде всего дисковые, распылители дают наиболее узкий спектр размеров капель, они легко, обеспечивают регулирование их размеров (путем изменения диаметра диска или частоты его вращения).

В настоящее время научными учреждениями России (ВИЗР и ВНИИФ) созданы современные, отвечающие самым высоким требованиям, уникальные образцы опрыскивающей техники, способной работать с ультрамалыми расходами рабочей жидкости. Их высокие агрономические, технико-эксплуатационные, экономические и экологические показатели подтверждены результатами широкомасштабных полевых технологических испытаний.

Такие распылители устанавливаются в частности на опрыскивателе ОСК-200.

Другой важной проблемой является борьба с потерями пестицидов на их пути от распылителей до поверхности обрабатываемого объекта. В этой области следует отметить следующие основные направления.

- Обеспечение монодисперсного диспергирования с получением спектра капель оптимального размера. Монодисперсности диспергирования добиваются применением дисковых распылителей с сепарацией мелких капель. Капли размером меньше 100 мкм, в которых более 98% воды, при неблагоприятных метеоусловиях (высокая температура и низкая влажность воздуха, ветер, наличие восходящих потоков) практически не достигают обрабатываемой поверхности. Оптимальными считаются капли размером 200-250 мкм, а с добавлением анти-испарителей – 100-150 мкм, которые обеспечивают минимальный снос при

максимальном эффекте. Наиболее благоприятные метеорологические условия при обработке вегетирующих растений – устойчивое состояние приземного слоя атмосферы при ветре < 2 м/с, температуре 10-25°C и относительной влажности более 40%. В настоящее время больше всего вариантов разработок в мире предложено именно в этом направлении: дисковые распылители с вертикальной осью вращения; дисковые распылители с горизонтальной осью вращения; дисковые распылители, заключенные в специальный кожух для ограничения угла факела распыла и обеспечения возврата в бак отсепарированной части жидкости; дисковые распылители с сепарацией капель и без сепарации и др. К этому типу распылителей относятся Girojet-412, Microdrop-11 и др.

Например, самоходные опрыскиватели «СУМО-24» (ЗАО Агроцентр «Плодородие») и «Туман» (ОАО «ОПТРОН»), ОПШ-224 «Роса-МЭ» (Коркинский авторемонтный завод) конструктивно отличаются от остальных штанговых опрыскивателей рабочими органами, выполненными в виде вращающихся дисковых распылителей с электроприводом [6]. Рабочая жидкость, попадая в центр диска, под действием центробежной силы поступает на внешнюю его окружность и распыляется. При этом обеспечивается ультрамалообъемное распыление пестицидов с оптимальным размером капель (80-250 мкм). Капли рабочего раствора плотно обволакивают поверхность растений, значительно уменьшается вероятность их скатывания на землю и сноса ветром. Обеспечивается экономия пестицидов на 25-30%.

- Разработка способов внесения пестицидов и устройств, препятствующих испарению и сносу капель. Предпринимаются попытки решить эту проблему с помощью хосбоксов, пористых экранов или козырьков. Оригинальный опрыскиватель разработала фирма «Gambetti». Благодаря специальной штанге с фартуком предотвращается снос препарата в окружающую среду. Отличительной конструкционной особенностью опрыскивателя ОП-24 «Ураган» является наличие ограждения по всей длине штанги в виде перфорированных пластмассовых козырьков, позволяющих на 80% уменьшить снос ядохимикатов.

Снижению потерь пестицидов способствует применение турбопенного и

пневматического способов опрыскивания. За рубежом нашли применение турбопенные распылители. Они создают направленный поток насыщенных воздухом капель. Пенные капли, содержащие пузырьки воздуха, крупные и сравнительно тяжелые, не сносятся воздушным потоком. Соприкасаясь с обрабатываемой поверхностью, они лопаются и покрывают тонкой пленкой 95% поверхности обрабатываемых растений. Это позволяет использовать препарат на 90-95%, т.е. практически без потерь, так как пенные капли не скатываются с поверхности, а мелкие капли при турбопенном распылении отсутствуют, и таким образом, нет потерь препарата от испарения и сноса ветром. Турбопенные распылители (турбодроп) выпускаются такими фирмами, как «Agrotor» и «Lechler» (Германия), «Teejet» (США), «Albuz» (Франция). Расход жидкости у них примерно в 2 раза меньше, чем у такого же типа щелевого распылителя. В ряде стран (Дания, Германия, США, Великобритания, Франция и др.) разработаны пневматические полевые опрыскиватели. Установленный над полевой штангой осевой вентилятор подаёт воздух в оболочку из синтетической ткани с выходными отверстиями над распылителями. Расход рабочей жидкости и препарата снижается при этом на 25-30%. Ширина захвата у них составляет 12-36 м. Применение пневмощтанги способствует равномерному распределению капель по обеим сторонам листьев, а также по любой обрабатываемой поверхности даже при скорости ветра до 9 м/с. (для гидравлических пределом является 4 м/с).

Возможны штанги с дисково-вентиляторными распылителями и гидравлическим приводом.

Конструкции пневматических штанговых опрыскивателей широкого применения в нашей стране, в отличие от других европейских стран, не нашли. Поэтому направления, касающиеся создания, исследования и освоения новых конструкций пневматических штанговых опрыскивателей остаются в нашей стране пока перспективными.

Ведутся исследования электростатического опрыскивания с использованием индукционного, контактного или коронного разряда. Данная технология интенсивно разрабатывается в США, Великобритании, Франции, Германии, ряде

других развитых стран, а также и в России (в ВИЗРе, МЭИ, АОЗТ "Инвестэлектро" и др.).

Большую роль в повышении эффективности пестицидов играет *равномерное распределение капель по поверхности обрабатываемого объекта*. В общем случае равномерность распределения капель по поверхности обрабатываемого объекта зависит от точности попадания капель в цель, от проникающей способности диспергированной среды от точности настройки и подготовки к работе опрыскивателей.

Путём исследований выявлено, что распылители даже одной марки могут на практике отличаться по расходу на 25-30% (по ГОСТу не более чем на 5%). Чтобы получить равномерность распределения химиката не более 20%, необходимо подобрать комплект распылителей, отличающихся по расходу не более чем на 2%, а по ширине факела распыла – не более 10%.

Общеизвестно, что при внесении препаратов необходимо выдерживать правильное соотношение между скоростью передвижения опрыскивателя и нормой расхода препарата на единицу площади. Для этого служат полуавтоматические и автоматические системы настройки и управления технологическим процессом. Обычно они состоят из набора первичных преобразователей контролируемых параметров (датчиков), усилительно-преобразующего блока, обеспечивающего унифицированный выходной сигнал для различных типов датчиков, пульта со звуковой или световой сигнализацией и цифровой индикацией контролируемого канала, на котором фиксируются нарушения технологического процесса или отклонения от заданного режима. Для дистанционного обслуживания и регистрации измеряемых величин используется арматура с электрическим дистанционным управлением (фирмы "Лурмарк", "Спреинг Системз" и др.).

Наиболее активно используют компьютерные системы или их отдельные элементы фирмы «Muller Electronik», «Micotron GmbH», «RDS Technology Ltd», «Dickey John», «Spraying Systems» и др. Последнее время в сельском хозяйстве зарубежных стран намечается тенденция оснащать опрыскиватели электрон-

ными устройствами, использующими возможности спутниковых навигационных систем для определения географических координат положения машины в конкретный момент времени и для управления технологическим процессом. Бортовой компьютер опрыскивателя имеет постоянную связь с искусственным спутником Земли и получает информацию о местоположении опрыскивателя на поле с точностью до 2 м.

Система предусматривает проведение инфракрасной аэро съемки поля, которая позволяет определить содержание органических веществ, тип почвы и др. На основании этих данных составляется карта поля либо карта распространения сорняков, вредителей, болезней, наличия удобрений. Карта переводится в цифровую форму и записывается в блок памяти компьютера.

Для внесения средств защиты растений или удобрений штанговый опрыскиватель комплектуется бортовым компьютером, а также локатором, который действует по принципу навигационной системы. Бортовой компьютер в зависимости от местонахождения машины определяет оптимальную для данного участка норму внесения пестицидов, скорость движения машины и другие параметры. В результате каждый участок получает именно те препараты и в таком количестве, которые ему необходимы.

На основе достижений передового опыта в России разработаны монодисперсный УМО-опрыскиватель с сепарацией капель ОСК-200, опрыскиватель с электрочарядкой капель и протравливатели типа ПУМ-30-МИП.

На основании вышеизложенного можно выделить основные направления исследований в области технологии опрыскивания, которые останутся актуальными на ближайший период времени. Это, прежде всего, теоретические и практические работы по созданию опрыскивающих устройств, способных работать с ультрамалыми нормами расхода рабочей жидкости и образовывать капельные струи с заданным фракционным составом капель. Другое направление связано с повышением эффективности функционирования технологических процессов опрыскивателей за счет равномерного распределения распыленной рабочей жидкости на обрабатываемой поверхности и сокращения потерь рабочей жидкости, в

том числе и за счет оперативного контроля. Это в свою очередь тесно связано с проблемой стабилизации штангового рабочего органа опрыскивателей.

В итоге своего многопланового развития штанговые опрыскиватели превратились в сложные многомассовые динамические системы. Отдельные звенья этих систем обладают разнообразием и имеют между собой различного рода внутренние связи. Без учёта характеристик этих звеньев и их связей невозможно описать движение систем в пространстве состояний и в конечном итоге установить влияние на качественные показатели технологического процесса. Рассмотрим кратко структурные звенья современных опрыскивателей как динамических систем с точки зрения их влияния на колебания штанги.

Ходовые системы передают возмущающее воздействие профиля поверхности поля на раму опрыскивателя с одновременным амплитудно-частотным преобразованием. Они различаются типами колёс и подвесок. В зависимости от вида обрабатываемых культур и проводимых операций прицепные и самоходные зарубежные опрыскиватели оснащаются колёсами с обычными шинами, широкопрофильными и узкопрофильными, позволяющими опрыскивателю проезжать в междурядьях культур, а также увеличенного диаметра при технологиях с использованием технологической колеи.

Отечественные самоходные опрыскиватели на базе автомобиля-вездехода ГАЗ-66 имеют возможность изменять давление в шинах на ходу автомобиля. Это позволяет повышать проходимость, снижать уплотнение почвы.

Опрыскиватель ОП-2500-28 оборудован колёсами повышенной несущей способности с колеей, изменяемой от 1,4 до 1,8 м.

Подвески осей колёс отечественных опрыскивателей бывают жёсткие, либо с качающимися тандемными осями, регулируемые на ширину 1,7-2,57 м. (опрыскиватель ОП-24 «Ураган»). Зарубежные опрыскиватели, например Датской фирмы «Hardi International A/S» могут иметь, кроме того, амортизированную подвеску колёс.

Такое разнообразие конструкций ходовых систем приводит к изменению их жесткостных и диссипативных свойств в широком диапазоне, что невоз-

можно не учитывать при исследованиях. Для автомобильных пневматических колёс установлено, что коэффициент неупругого сопротивления изменяется в широких пределах в зависимости не только от типа колеса, нагрузки на него, но и от частоты возмущающих воздействий. Здесь же приведены зависимости, показывающие, что коэффициент жёсткости пневматических колёс значительно зависит от типа колёс и от нагрузки на них.

Масса опрыскивателей и вмещаемого ими рабочего раствора также изменяется в широком диапазоне. Вместимость емкостей отечественных опрыскивателей варьирует: от 2000-3780 л. у прицепных, до 220-2500 л. - у навесных. У самоходных опрыскивателей этот показатель находится в пределах до 3500-6000 л, а в моделях «Альбатрос 65» фирмы РТС «Альбатрос» - 6500 л. Собственная масса опрыскивателей также изменяется в широких пределах от 200 до 3100 кг. Рабочая жидкость в емкостях оказывает большое влияние на характер колебаний рамы и штанги опрыскивателя. Обладая подвижностью и собственной частотой колебаний, жидкость приводит к изменениям таких важных показателей динамических систем, как перемещения центра масс агрегата, изменения моментов инерции по осям, изменения диссипативных свойств и т.д.

К тому же, меняющаяся в процессе работы масса жидкости придаёт динамической системе нелинейный характер. Существуют отдельные попытки снизить это влияние. Например, опрыскиватель ОП-2500-28 оборудован баком с постоянным центром тяжести, а опрыскиватель ОПШ-3-24-1 оборудован успокоителем рабочей жидкости. Но в целом вопрос остаётся мало изученным.

Штанговые рабочие органы опрыскивателей обладают большим разнообразием конструктивных исполнений. Например, у представленных на выставке «Агротехника 2001» зарубежных опрыскивателей штанги с ручным управлением имели длину 3-20м (13 типоразмеров), с гидравлическим управлением - 18-40 м (более 20 типоразмеров). Ширина штанг самоходных опрыскивателей в основном достигает 28-36 м, а некоторые модели самоходных опрыскивателей, например «Матро» (Франция), имеют ширину захвата 38, 40, 42, 44 и 48 метров. К тому же на штангах устанавливаются различные по массе рабо-

чие органы, устройства и приспособления (щитки, рукава, массивные распыливающие устройства и т.д.). Применяются также облегчающие и упрочняющие материалы, например, полимерные армированные стекловолокном, дюралюминиевые. Штанга из «суперлайтга» на 30% легче, чем стальная, но дороже.

Это приводит к изменению в широком диапазоне массы и момента инерции штанг. При проектировании штанг опрыскивателей и их подвесок должны синтезироваться оптимальные статико-динамические характеристики.

Подвески штанг. Для снижения вертикальных и горизонтальных колебаний штанг опрыскивателей используются разнообразные подвески. Чаще всего штанги навешиваются с помощью маятниковых устройств, которые оснащены пружинными и гидравлическими гасителями колебаний, либо с использованием шарнирно-рычажных подвесок.

Всероссийским НИИ защиты растений совместно с конструкторским бюро химавтоматики (Воронеж) и НИИСХ Юго-Востока (Саратов) разработана конструкция универсальной штанги, которую можно монтировать на опрыскиватели ОПШ-15, ОП-2000-2, а также на автомобиль-вездеход ГАЗ-66. Штанга состоит из пяти секций. Средние секции крепятся к внутренней посредством поворотных кронштейнов с возможностью вертикальных перемещений и подпружиненных тросовых растяжек. Сочленение крайних секций с внутренними выполнено в виде блокировочно-роликового соединения с пружинным механизмом и фиксатором.

Штанга опрыскивателя ОП-2500-28 отличается параллелограммной гидромеханической подвеской и наличием пневмотормозной системы. Модель ОПШ-27570 имеет маятниковую систему стабилизации штанги и возможность дистанционного управления подъемом и опусканием последней, углом ее наклона, переводом в рабочее положение и обратно.

Опрыскиватель А-24 имеет защитный механизм для предохранения штанги от повреждений при наезде на препятствие и механизм гидравлической регулировки высоты ее положения, который автоматически устанавливает рабочие распылители в вертикальное положение.

Штанга опрыскивателя ОМП-601 снабжена оригинальной и эффективной системой навески и стабилизации при движении агрегата по неровностям обрабатываемых участков за счет применения в конструкции рычажно-шарнирных соединений и амортизаторов.

Горизонтальное положение штанги у ОПМ-2001 обеспечивается демпфирующим устройством, у ОП-2500-28 – специальным гидроцилиндром.

Штанга опрыскивателя «Супер-2500» имеет полунезависимую подвеску с вертикальной рессорной и газовой амортизацией. ОАО «Турбомоторный завод» (г. Екатеринбург) производит восемь моделей опрыскивателей, среди них прицепные (ОП-3,0/18, ОП-550/ ОП-1,5/16), навесные (ОПН-800/12, ОН-220/5) и монтируемые (ОП-2,0/18, ОПН-1, ОМ-630/16). Для стабилизации штанг используются пружинные амортизаторы.

У опрыскивателей Датской фирмы «Hardi International A/S» модели «Hardi Commander» имеется балансирующая подвеска с амортизатором колебаний и устройством по выравниванию уклона.

Зарубежные фирмы добились значительных успехов в вопросах управления и стабилизации штанг. Для активного выравнивания штанги ряд фирм ("Гидро Чейфер", "Эврард" и др.) предлагают ультразвуковую систему с автоматическим управлением механизмами, изменяющими положение штанги. Система состоит из двух ультразвуковых датчиков, расположенных на концах штанги и соединенных с входом микропроцессора, а также блока преобразования. Сравнивая сигналы обоих датчиков, микропроцессор определяет фактическое положение штанги относительно растений. В случае его отклонения от заданного он вырабатывает управляющие сигналы, происходит срабатывание электрического исполнительного механизма, управляющего работой гидроцилиндров, и штанга наклоняется на необходимый угол.

На прицепных опрыскивателях "Харди" устанавливаются блоки управления "Харди Пилот 3570" или "Харди Пилот 3880", с помощью которых осуществляются все виды управления штангой, а также автоматическое регулирование нормы расхода. Некоторые фирмы оснащают свои модели ультразвуко-

вой системой регулирования положения штанги относительно поверхности почвы, принцип действия которой состоит в автоматическом управлении механизмами, изменяющими положение штанги. Ультразвуковые датчики, расположены на концах штанги. Блок преобразования усиливает эти сигналы после их отражения от поверхности почвы и передает исполнительному механизму для изменения положения штанги. По данным специалистов, испытания опрыскивателя с длиной штанги 40 м показали высокую эффективность этой системы. Ряд фирм («Гидро Чейфер», «Эдвард и др.») устанавливают ультразвуковую систему с автоматическим управлением механизмами, изменяющими положение штанги. Подобные системы разработали фирмы Англии и Германии. Таких результатов можно добиться только на основе глубоких теоретических исследований опрыскивателей как объектов автоматического управления.

Несмотря на указанные достижения в вопросах стабилизации движения штанговых рабочих органов, внедрение их результатов в практику незначительно. Высокой остаётся неравномерность распределения рабочей жидкости по площади основной массой применяемых штанговых опрыскивателей. При работе на неровных полях у опрыскивателей с недостаточно совершенными подвесками штанг наблюдаются колебания внесённой дозы в пределах от 0,1 до 5-кратного увеличения предусмотренной дозы. При заданной ширине захвата 15 м и более коэффициент вариации фактической ширины захвата по сравнению с заданной составляет более 30%.

Многочисленными полевыми испытаниями различных конструкций опрыскивателей с гидравлическими распылителями установлено, что на обрабатываемый объект попадает лишь 20-70% химических препаратов. До 40% их этого количества распределяется на обрабатываемой поверхности крайне неравномерно. В результате обобщения данных многочисленных полевых испытаний опрыскивателей установлено, что коэффициент вариации распределения препаратов по ширине захвата доходит до 50...60% (при нормативе до 25%).

Из приведенного анализа можно сделать следующие основные выводы.

1. В мировой практике можно выделить в качестве основных такие направления повышения эффективности работы штанговых опрыскивателей, как:

- снижение доз внесения пестицидов и энергоёмкости опрыскивания за счёт перехода к мало и ультрамалообъёмному опрыскиванию; снижение потерь пестицидов за счёт получения монодисперсного распыла с регулируемым размером капель;

- снижение потерь пестицидов путём создания наилучших условий осаждения капель (применение защитных кожухов, пористых экранов, воздушных завес, турбопенного и пневмогидравлического способов опрыскивания, электрорядки капель и т.д.);

- введение систем оперативного контроля и управления технологическим процессом и т. д.

2. Повышение производительности и снижение эксплуатационных затрат опрыскивающих машинно-тракторных агрегатов достигается за счёт разработки широкой номенклатуры самоходных, прицепных и навесных опрыскивателей к тракторам различного класса, с учётом как природно-климатических условий, форм хозяйствования, так и энергетических, кинематических, технологических, прочностных особенностей агрегатов.

3. В итоге своего многопланового развития штанговые опрыскиватели превратились в сложные многомассовые динамические системы. Отдельные звенья этих систем обладают разнообразием и имеют между собой различного рода внутренние связи.

4. При всех рассмотренных способах опрыскивания значительное влияние на равномерность распределения пестицидов по ширине захвата наряду с соблюдением стабильности процесса распыливания оказывают вертикальные и горизонтальные колебания штангового рабочего органа.

5. Наряду с достижениями зарубежных фирм по разработке эффективных систем стабилизации движения штанговых рабочих органов, в России этот вопрос мало изучен и такие системы не нашли широкого применения. Необходимы дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования свойств опрыскивающих агрегатов и условий их функционирования.

Исследования технологических процессов штанговых опрыскивателей

проводятся в основном методами натуральных и полунатурных экспериментов. Теоретические исследования наиболее распространены применительно к механизму образования, распространения и оседания распылов рабочих жидкостей. Это разработка теории центробежной форсунки, применение теории турбулентной струи для процесса опрыскивания, теории испарения и характера движения капель в воздушной среде.

Особый интерес представляют работы направленные на повышение эффективности технологических процессов функционирования опрыскивателей за счет средств оперативного контроля и управления. Они позволяют при создании и совершенствовании сельскохозяйственных агрегатов учитывать вероятностный характер условий их функционирования и, на основе этого, определять рациональные режимы работы и конструктивно-технологические параметры мобильных сельскохозяйственных агрегатов, а также управлять технологическим процессом их работы. Эти работы основываются на теоретических и экспериментальных исследованиях по динамике сельскохозяйственных агрегатов проведенных А.Б. Лурье и его последователями, но таких работ крайне мало.

Многие авторы, как отечественные, так и зарубежные, рассматривали влияние колебаний штанги опрыскивателей на равномерность опрыскивания. Исследователи отмечают, что на равномерность опрыскивания по рабочей ширине больше влияют амплитуда, скорости и ускорения колебаний штанги в поперечно-вертикальной плоскости, а на продольную неравномерность – в основном продольные колебания. Однако результаты этих исследований не дают количественной связи между колебаниями штанги и равномерностью опрыскивания. В некоторых работах приведены количественные характеристики при исследовании штанговых машин для внесения жидких комплексных удобрений, но их достоверность низка, т.к. исследования проводились в основном на искусственном треке, без учёта случайного характера внешних воздействий и применяемые методы оценки равномерности распределения жидкости предполагают большую погрешность.

Механизм возникновения неравномерности распределения рабочей жид-

кости при колебаниях штанги исследователи объясняют изменением рабочей ширины захвата и возникновением зон с различной кратностью перекрытия факелов у соседних распылителей. Рекомендации даются также неоднозначные. Так некоторые авторы рекомендуют выбирать такую высоту установки штанги, чтобы факелы соседних распылителей стыковались непосредственно на обрабатываемой поверхности.

Зарубежные исследователи выявили как экспериментально, так и теоретически влияние угловых колебаний штанги и различий во времени нахождения соседних факелов над учётными площадками на равномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата. В отдельных работах теоретически и экспериментально обосновано влияние колебаний штанги по высоте на величину испарения и сноса капель рабочей жидкости.

Вопросы равномерности распределения пестицидов при опрыскивании изучаются в основном эмпирическими и полуэмпирическими методами вследствие сложной физической природы процессов протекающих в ходе распыления жидкости и отсутствия до конца обоснованной и приемлемой теоретической базы для решения технических задач, связанных с распылением и распределением жидких пестицидов. В этом случае возникают трудно преодолимые проблемы. Необходимо обеспечить высокое качество измерений с минимальной погрешностью, что является технически сложной задачей. Большой процент диспергируемых капель сносится ветром, испаряется, дополнительно дробится при ударе об улавливающую поверхность, скатывается с улавливающих поверхностей. Это приводит к большой погрешности результатов измерений на этапе проведения эксперимента.

Второй этап трудностей возникает при обработке результатов эксперимента. До недавнего времени основным измерительным прибором для определения размеров капель служил микроскоп с размерной линейкой на окуляре (микроскопический анализ). Следы капель для анализа получают осаждением красящего препарата на улавливающие поверхности. В качестве улавливающих поверхностей используются индикаторные водочувствительные карточки; пят-

нообразующие коллекторы; прозрачные материалы (предметные стекла, полимерные пленки); реже бумажные карточки, покрытые силиконом (техническим диметилдихлорсиланом), на которых капли растекаются незначительно и имеют форму правильных плосковыпуклых линз; пластины, покрытые колларголом и иммерсионными средами. При анализе возникают погрешности, связанные с малой площадью выборок и их ограниченного количества, связанного с трудоёмкостью измерений. Поэтому при измерении некоторых участков на одной и той же улавливающей поверхности полученные результаты могут отличаться друг от друга на 40% и более. Такие же недостатки присущи и колориметрическому методу. Было предложено и множество других методов, основанных на использовании химических, флуоресцирующих, а также радиоактивных веществ, которые, несмотря на точность, оказались достаточно сложными и не нашли широкого распространения в сельском хозяйстве.

Существуют способы анализа количества попавшей на улавливающие поверхности жидкости, размеров капель, густоты покрытия с помощью электронных приборов. Основными недостатками данных способов оказались невозможность измерения размеров следов капель менее 0,01 мм, использование дорогостоящей видеосистемы и специального оборудования для связи видеосистемы с компьютером. Кроме того, возможны погрешности измерений следов капель, связанные с недостаточной освещенностью улавливающей поверхности или непопадания ее в фокус оптической системы.

Проведенный анализ работ также показал, что при экспериментальных исследованиях и эксплуатации возникают трудности, связанные с отсутствием доступных для практики методов оценки качественных показателей процесса опрыскивания. Несмотря на разнообразные попытки решить эту проблему, вопросы технической реализации экспресс-методов, позволяющих быстро и с минимальной погрешностью определить качественные показатели процесса опрыскивания, еще остаются открытыми.

В целом необходимо отметить, что методы получения количественных показателей влияния колебаний штанги на равномерность опрыскивания дороги,

трудоёмки и не обеспечивают высокую достоверность. На современном этапе, учитывая технический уровень используемых в России опрыскивателей, на наш взгляд допустимо ограничиться задачей поддержания колебаний штанги в диапазоне, не нарушающем установленную агротехническими требованиями неравномерность – 10%. Для распылителей с углом распыла $90...150^{\circ}$ и с шагом расстановки распылителей на штанге 0,75-1,5 м он составляет от 0,1 до 0,14 м.

Под руководством академика С.И. Назарова теоретически обоснованы допустимые значения кинематических параметров продольных колебаний секций штанги и оценено их влияние на неравномерность дозы рабочей жидкости [50]. Выявлен характер траектории движения конца штанги при различных соотношениях её скорости $V_{ш}$ и скорости машины V_0 и обосновано наличие повторностей прохождения штанги над отдельными участками поверхности поля.

Установлено, что амплитуда продольных колебаний боковых секций штанги не должна превышать 18° , что соответствует 2,5% некачественно обработанной поверхности. При этом амплитуда относительной скорости конца секции штанги не должна превышать 15% от скорости движения опрыскивателя. Эти ограничения следует учитывать при синтезе рациональных внутренних связей опрыскивателя как динамической системы.

В некоторых работах приведены амплитудно-частотные характеристики угловых колебаний штанги и рамы опрыскивателя. По данным ВИСХОМа, на угловые колебания штанги оказывает влияние тип подвески штанги, конструктивно-кинематическая схема агрегата (навесная, полуприцепная или самоходная машина), место установки штанги, ширина колеи, наличие демпфирующих устройств, давление в шинах. Уменьшение массы крайних секций штанги в 2 раза ведет к снижению удельных инерционных нагрузок в 3,5 - 4,5 раза, а установка демпфирующих устройств в тягах шарнирно-рычажной подвески - к уменьшению высокоамплитудной низкочастотной составляющей крутильных колебаний.

Для снижения колебаний штанги опрыскивателей исследователи предлагают различные методы. Так, отмечается, что гидравлические системы склады-

вания, раскладывания, регулировки штанги по высоте, корректировка наклона и т.д. составляют жёсткую подвеску. Её негативным свойством является недостаточная долговечность и неравномерность внесения жидких веществ опрыскивателем. Автор предлагает ввести в систему гидроуправления виброизолирующие элементы, например гидроаккумулятор для одноконсольной и двухконсольной штанги. В качестве гидроаккумулятора предлагает использовать рычажно-пружинные устройства со сжатым и растянутыми гидроцилиндрами.

Жесткостные свойства такой подвески автор предлагает изменять числом пружин и величиной силы их натяжения, а демпфирующие – подбором дросселей. Таким образом, автор надеется обеспечить собственную частоту колебаний штанги относительно рамы машины хотя бы в 1,6 раза ниже собственной частоты колебаний рамы опрыскивателя относительно основания (поверхности поля).

Преобразование гидравлического привода штанги в подвеску в горизонтальной плоскости имеет ряд отличительных особенностей. Это объясняется тем, что величина ускорений рам опрыскивателей в направлении движения в несколько раз ниже, чем в вертикальной плоскости. Незначительны ускорения в направлении движения в режимах разгона, торможения и изменения скорости, продолжительность которых несколько секунд, а пройденный путь опрыскивателя составляет несколько метров. Амортизаторы следует применять лишь в том случае, если путь торможения (или разгона) не больше хода системы амортизации. Однако обеспечить ход амортизации порядка нескольких метров для штанги в направлении движения машины не представляется возможным, поэтому использование привычных способов амортизации теряет смысл. В этом случае следует применить неподвижное крепление штанги к опрыскивателю в горизонтальной плоскости с использованием предохранительных механизмов.

Приведенные решения имеют существенные недостатки. Во-первых, автор не исследует работу опрыскивателя с предлагаемыми устройствами в реальных условиях и не приводит рациональных значений характеристик подвески. Во-вторых, не решён вопрос гашения крутильных колебаний штанги и поперечных перемещений штанги в горизонтальной плоскости. В третьих, пред-

лагаемые системы состоят из большого числа элементов, металлоёмки, сложны в изготовлении и настройке, не позволяют оперативно менять жесткостные и демпфирующие свойства подвески и адаптировать агрегат к меняющимся условиям работы.

Различные по конструктивному исполнению подвески штанг предлагаются многими авторами и т.д. Практически все они разработаны по принципу изменения числа степеней свободы штанги, введения упругих и демпфирующих элементов по обобщённым координатам, изменения массы штанги. Однако взаимосвязь основных характеристик подвесок с характеристиками других элементов агрегата и внешними условиями работы не приводится.

Ряд фирм применяет системы автоматического регулирования положения штанги относительно поверхности поля. При этом неравномерность распределения распыленной рабочей жидкости снижается на 25-40%. Для разработки таких систем необходимо выполнить задачу анализа мобильного агрегата как объекта системы автоматического управления и задачу синтеза его рациональных внутренних связей. В связи со сложностью опрыскивающих агрегатов как динамических систем и случайным характером внешних возмущений решить эти задачи возможно лишь методом компьютерного моделирования с использованием теории автоматического регулирования и статистической динамики. Такие методы достаточно широко разработаны применительно к почвообрабатывающим, посевным, посадочным и т.д. машинам. Все они основаны на усилении роли «моделирования» в широком смысле слова с использованием «машинной» математики и «компьютерного эксперимента».

Основы динамики сельскохозяйственных агрегатов были заложены академиком В.П. Горячкиным. Поиск рационального сочетания масс и их скоростей применительно указанным объектам В.П. Горячкин считал основной задачей земледельческой механики. Развили это учение И.И. Артоболевский и многие другие исследователи.

Известно два основных метода описания функционирования динамических систем. Первый из них разработан ещё в шестидесятые годы профессором

А.Б. Лурье и его учениками. Он основан на описании агрегата как вероятностной системы передаточной функцией. При этом динамическая система представляется по принципу "вход-выход" и изучается по входным и выходным параметрам, динамике их прохождения и преобразования и др.

Согласно данной методике, в нормальных условиях функционирования пахотного агрегата записываются входные и выходные процессы. Записи обрабатываются на ЭВМ с получением их статистических характеристик, а по ним - передаточной функции агрегата. Так, в работах профессора А.Б. Лурье установлено, что передаточную функцию почвообрабатывающих агрегатов можно представить в дробно-рациональном виде

$$H(S) = \frac{b_0 S^m + b_1 S^{m-1} + \dots + b_m}{a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n}, \quad (1)$$

где b_0, b_1, \dots, b_m ; a_0, a_1, \dots, a_n - коэффициенты для установившегося режима работы агрегата. Далее составляется соответствующая электронная модель агрегата. Подавая на вход модели детерминированные сигналы (скачек, гармонические колебания и т.д.) или случайные процессы, эквивалентные по статистическим характеристикам реальным входным воздействиям на агрегат, меняют коэффициенты, добиваясь желаемых характеристик процессов на выходе модели. Конечным результатом в большинстве случаев является определение величин коэффициентов передаточной функции (1) агрегата, соответствующих желаемым характеристикам процессов на выходе. Решение задачи оптимизации параметров агрегата в таком виде затрудняет его применение на практике при расчете конструктивных параметров, так как их связь с коэффициентами (1) не установлена и может быть не однозначной.

Учитывая это, в ряде работ на втором этапе проводятся дополнительные трудоемкие экспериментальные исследования зависимости коэффициентов пе-

редаточной функции от конструктивных параметров агрегата. При этом один и тот же параметр влияет одновременно на несколько коэффициентов. Решить задачу оптимизации параметров агрегата при этом до конца также не удастся, так как можно предложить множество сочетаний конструктивных параметров, приводящих к найденным на первом этапе оптимальным коэффициентам передаточной функции (1). Однако представителями этой школы сделан значительный шаг вперёд в разработке теории сельскохозяйственных агрегатов. Ими учтён вероятностный характер внешних воздействий на агрегат, получены и проанализированы статистические характеристики входных и выходных процессов, отражены динамические характеристики многих агрегатов через коэффициенты передаточных функций.

Другой, детерминистский, метод заключается в описании поведения динамической системы в пространстве состояний (фазовом). При этом агрегат представляется с некоторыми допущениями как детерминированная система и его движение описывается дифференциальными уравнениями, построенными по принципам Даламбера, Лагранжа, Гаусса. Чаще используют уравнения Лагранжа II-го рода. Работы А.Б. Лурье позволили динамику машинного агрегата в координатном пространстве описать векторно-матричным уравнением. Такие уравнения, в отличие от первого метода, непосредственно связывают координаты системы, их массы, скорости и ускорения. Коэффициенты этих уравнений имеют прямой физический смысл. При их моделировании на ЭВМ получают непосредственно оптимальные конструктивные параметры агрегата. Методика описания движения плугов с помощью уравнений Лагранжа II-го рода по каждой из обобщенных координат широко освещена в работах А.И. Любимова. Однако дальнейшее их решение в условиях вероятностного характера внешних воздействий не приводится. Как видим, оба представленные метода имеют свои преимущества и недостатки.

Наиболее прогрессивным направлением является сочетание детерминистского и статистического методов исследований. В этих трудах нашли своё дальнейшее развитие также основы вычислительного эксперимента.

Из приведенного выше анализа состояния вопроса следует, что химическая защита растений является одной из основ количественного и качественного увеличения производства продовольствия. Самым распространённым способом химической защиты растений в настоящее время является опрыскивание.

Во всех развитых странах ведутся активные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по совершенствованию опрыскивателей. Основными задачами при этом являются повышение экономической эффективности и экологической безопасности применения пестицидов. В решении этих задач можно выделить следующие основные направления:

- повышение производительности и снижение эксплуатационных затрат опрыскивающих машинно-тракторных агрегатов за счёт разработки широкой номенклатуры самоходных, прицепных и навесных опрыскивателей к тракторам различного класса, с учётом как природно-климатических условий, форм хозяйствования, так и энергетических, кинематических, технологических, прочностных особенностей агрегатов;

- снижение доз внесения пестицидов и энергоёмкости опрыскивания за счёт перехода к мало и ультрамалообъёмному опрыскиванию;

- снижение потерь пестицидов за счёт получения монодисперсного распыла с регулируемым размером капель;

- снижение потерь пестицидов путём создания наилучших условий осаждения капель (применение защитных кожухов, пористых экранов, воздушных завес, турбопенного и пневмогидравлического способов опрыскивания, электрорядки капель и т.д.);

- введение систем оперативного контроля и управления технологическим процессом и т. д.

При всех рассмотренных способах опрыскивания значительное влияние на равномерность распределения пестицидов по поверхности поля наряду с соблюдением стабильности процесса распыливания жидкости оказывают вертикальные и горизонтальные колебания штангового рабочего органа. Многочисленными исследованиями аналитически и экспериментально выявлена количе-

ственная связь между колебаниями штанги и равномерностью распределения пестицидов по ширине захвата и в направлении движения агрегата. Установлен допустимый диапазон перемещений и скоростей движения штанги, при которых равномерность распределения пестицидов не выходит за пределы агротехнических требований.

Вопросы стабилизации и управления движением штанги решаются в основном по пути разработки различных конструктивных схем подвески и автоматических систем стабилизации и управления (АСУ). По результатам научно-исследовательских, опытно-конструкторских и изобретательских работ предложены и внедрены в производство различные схемы подвесок штанги, следящие и управляющие системы. На этом направлении наибольших успехов достигли зарубежные фирмы. Разработанные ими подвески и системы автоматического регулирования положения штанги относительно поверхности поля позволяют снизить неравномерность распределения распыленной рабочей жидкости на 25-40%.

Наряду с достижениями зарубежных фирм по разработке эффективных систем стабилизации движения штанговых рабочих органов, в России этот вопрос мало изучен и такие системы не нашли широкого применения. Находящиеся в эксплуатации отечественных опрыскивателях установлены жёсткие, тросово-пружинные, рычажно-шарнирные с амортизаторами подвески. Однако их эффективность недостаточно высока. При использовании существующей техники только от 1 до 40% действующего вещества препаратов попадает на целевой объект, а остальное количество рассеивается в окружающей среде, загрязняя её. Такое состояние вопроса связано с недостаточным подкреплением опытно-конструкторских работ надлежащего уровня теоретическими и экспериментальными исследованиями.

В итоге своего многопланового развития штанговые опрыскиватели превратились в сложные многомассовые динамические системы. Отдельные звенья этих систем обладают разнообразием и имеют между собой различного рода внутренние связи. Такие факторы, как структурная схема агрегата, конструк-

тивные параметры, массы структурных единиц, кинематические, жесткостные и диссипативные свойства их внутренних связей, характер внешних воздействий на агрегат определяют режим движения штанги.

Отдельно следует отметить случайный в статистическом смысле характер внешних воздействий на агрегат. Их изучению и классификации посвящено много работ, но набранных сведений явно не достаточно. Например, характеристики профиля поверхности полей зависят не только от природных условий различных регионов, но и от конкретных систем земледелия, вида технологических операций. Классификация внешних воздействий зависит от типа и режимов работы исследуемого агрегата, цели исследований. В связи с этим возникает необходимость определения и учёта количественных характеристик внешних воздействий при проведении каждого конкретного эксперимента.

При исследовании технологических процессов мобильных опрыскивателей практикуются в основном методы натурального эксперимента. В связи с этим возникает множество объективных проблем, значительно обесценивающих полученные результаты. Во-первых, существующие методы экспериментального определения качественных показателей работы опрыскивателей либо обладают существенной погрешностью, либо дороги и недоступны исследователям.

Во-вторых, наличие большого числа влияющих на технологический процесс факторов, широкий диапазон изменения каждого из них обуславливает проведение большого числа многофакторных экспериментов. При этом изготовление большого количества опытных образцов дорого, трудоёмко, а часто и невозможно по техническим причинам. В связи с этим натурные эксперименты носят ограниченный информационный характер. Комплексное исследование агрегата обычно не проводится, а исследуются только отдельные его свойства.

В третьих, технически трудно в натурном эксперименте обеспечить весь диапазон характеристик случайных внешних воздействий. Поэтому эксперименты проводятся на стендах, искусственных треках, либо в естественных условиях, но с недостаточным количеством для получения статистически достоверной информации повторностей.

С другой стороны, в настоящее время имеются достаточно глубоко разработанные полунатурные методы исследования многомассовых динамических систем, функционирующих в условиях вероятностных внешних воздействий. Они базируются на методах общей и статистической динамики и реализуются с помощью компьютерного эксперимента. В результате успешно решаются задачи анализа, синтеза оптимальных значений конструктивных параметров, прогноза показателей и режимов работы агрегатов в конкретных условиях эксплуатации, задачи синтеза алгоритмов для систем управления процессами функционирования. Результатом такого рода исследований и явились используемые на зарубежных опрыскивателях системы стабилизации и управления движением штанговых рабочих органов.

В отечественной практике исследований сельскохозяйственных агрегатов такие методы наиболее разработаны в отношении почвообрабатывающих, посевных, посадочных и т.д. агрегатов. Только за счёт синтеза оптимальных параметров удалось значительно повысить “уровень функционирования” выше приведенных типов агрегатов. Применительно к штанговым опрыскивателям всесторонней разработки такие методы не получили. Задача создания теории, позволяющей комплексно решать вопросы анализа, синтеза оптимальных значений конструктивных параметров, прогноза показателей и режимов работы в конкретных условиях эксплуатации применительно к штанговым опрыскивателям остаётся в настоящее время актуальной.

2 Особенности конструкций опрыскивателей конкретных фирм-производителей

2.1 Опрыскиватели отечественного производства

По-прежнему преимущественное развитие получают штанговые опрыскиватели, представленные отечественными производителями НПФ ГУТА, ОАО «Казаньсельмаш», ОАО «Татагрохимсервис» и другими, а также дилерскими компаниями «Евротехника», «ЛБР-групп», «Агромир», «Открытый мир», которые поставляют технику, выпускаемую в странах СНГ и за рубежом.

Рынок отечественных опрыскивателей продолжает расширяться, увеличивается их номенклатура, совершенствуются конструкции, в том числе и за счет использования импортных комплектующих.

ОАО «Татагрохимсервис» предлагает прицепной штанговый опрыскиватель ОМПС 2500 Р «Буран» с технологическим комплектом оборудования фирмы «Rau» (Германия), который включает в себя более производительные четырехкамерные мембранно-поршневые насосы, регуляторы давления типа КА, обеспечивающие равномерное давление по всей ширине штанги, четырехступенчатую систему фильтрации, предотвращающую засорение распылителей, плоско-факельные или инжекторные распылители фирмы «Lexler», которые по сравнению с обычными щелевыми распылителями позволяют производить обработку растений при скорости ветра до 8 м/с на повышенных (до 15 км/ч) рабочих скоростях. Конструкция опрыскивателя предусматривает возможность регулирования штанги по высоте и удержание ее в горизонтальном положении независимо от рельефа поля, а также бесступенчатое регулирование расхода рабочей жидкости с возможностью частичного отключения распылителей по ширине обработки.

ООО «Казаньсельмаш», входящее в группу компаний «БУМА», а также ООО ПКХ «Сельхозтехснаб» производят прицепные опрыскиватели серий «Руслан», «Арго», «Шурале», «Булгар». Опрыскиватели комплектуются пластмассовым рабочим баком, штангами с гидравлическим приводом и регулировкой высоты над поверхностью почвы, емкостью предварительной подготовки рабочей смеси (используется также для чистой воды с целью промывки системы), канистрой (20 л) для мытья рук, комплектом систем опрыскивания и насосом итальянского производства.

Опрыскиватель «Булгар» - автоматизированный опрыскиватель нового поколения, разработанный на основе изучения конструкций лучших опрыскивателей. Он оснащен импортными комплектующими (итальянского производства). Причем применяются не отдельные разрозненные детали и узлы, а готовые системы для опрыскивателей, что обеспечивает согласованность, надеж-

ность и производительность агрегата. Установленный на опрыскивателе бортовой компьютер позволяет поддерживать заданную концентрацию раствора, равномерно распределять рабочую жидкость по поверхности поля при изменении скорости движения машины.

Управление режимами работы исполнительных устройств опрыскивателя осуществляется дистанционно из кабины трактора. Оборудован штангами с гидравлической регулировкой по высоте, балансирной подвеской, амортизаторами колебаний, устройством для выравнивания уклона, дистанционными электромагнитными распределителями для складывания и раскладывания секций штанг. Весь технологический цикл (самостоятельная заправка чистой водой, приготовление рабочего раствора, перемешивание и подача рабочего раствора по секциям к щелевым головкам) происходит под контролем автоматики. Обеспечиваются высокая скорость подготовки и безопасность работ. Распыливающая трёхпозиционная коробка с магистралью из нержавеющей стали предназначена для регулирования мощности распыления. Имеется пенный маркер, с помощью которого отмечают границы обработанных участков.



Рисунок 1 - Опрыскиватель «Булгар»

Опрыскиватель комплектуется миксером, предназначенным для качественного перемешивания химикатов и оснащен емкостями на 260 л для технической воды и на 20 л для мытья рук. В нем используется карданный вал с обгонной муфтой марки Valterchad. Устройство подвески колес позволяет регули-

ровать ширину колеи от 1500 до 1800 мм. Рама опрыскивателя аналогична раме французского опрыскивателя фирмы «Caruelle». Опрыскиватель «Булгар» снабжен балансирной подвеской, которая позволяет лучше копировать рельеф поля.

В опрыскивателе «Шурале» предусмотрена более надежная и жесткая трехзвенная конструкция штанг (у «Булгар» – традиционная двухзвенная).

Трехзвенная конструкция при транспортировке в автомобильной фуре не требует разборки. Рама опрыскивателя «Шурале» аналогична раме опрыскивателя фирмы «Amazon». Специальная рычажная система подвески рамы штанг с телескопическим гидроцилиндром, дроссельными устройствами обеспечивает плавную регулировку рабочей высоты штанг от нижнего положения до верхнего (от 500 до 2000 мм). Имеется предохранительное устройство для крайних звеньев штанги. По желанию потребителя опрыскиватель «Шурале» может оснащаться бортовым компьютером.



Рисунок 2 - Опрыскиватель «Шурале»

Широкую гамму полевых штанговых опрыскивателей производит ООО «НПФ ГУТА» (Москва). Полуприцепные модели ОПМ-2001, ОПМ-2505, ОПМ-2505Н, ОП М-2800, ОП М-6000 имеют оригинальную систему стабилизации штанг, центральная секция которой соединяется с рамой опрыскивателя специальной рычажно-пружинной подвеской, обеспечивающей горизонтальное положение штанги при движении по неровному рельефу поля. Распределение рабочего раствора по ширине захвата осуществляется с помощью штанги, выпол-

ненной в виде металлической фермы, состоящей из шарнирно соединенных между собой секций различной длины. Складывание/раскладывание штанги, а также подъем и опускание ее на заданную высоту осуществляются гидроцилиндрами, управляемыми из кабины с помощью штатного гидрораспределителя. Опрыскиватели комплектуются инжекторными распылителями, обеспечивающими качественный распыл при боковом ветре до 5 м/с, или распылителями с антисносовым распылом для работы при скорости ветра до 7 м/с. По заказу оснащаются миксером.

Модель ОПМ-6000 отличается наибольшей вместимостью рабочего бака (6 тыс. л), который состоит из трех параллельно расположенных баков вместимостью 2 тыс. л каждый



Рисунок 3 - Полуприцепной штанговый опрыскиватель ОПМ-6000

Новинка производства завода «Агрохиммаш» группы компаний «Татагрохимсервис» (входит в Ассоциацию «Росспецмаш») – самоходный опрыскиватель УТА-3000 впервые был представлен на международной выставке сельскохозяйственной техники АГРОСАЛОН-2018 в г. Москва.

УТА-3000 имеет следующие функциональные характеристики.

а) Производительность:

- Высокий коэффициент использования рабочего времени смены. Обработка до 47 га/ч;
- Связь контроля объема внесения и скорости. 10 скоростей вперед и 2 назад – гарантия качественного режима внесения препарата и экономии топлива;

- Возможность обработки вплоть до последних фаз вегетации.



Рисунок 4 – Вид штанги и системы подвески опрыскивателя УТА-3000

б) Штанги и линия опрыскивания:

- Низкое колебание штанг благодаря механической многорычажной системе стабилизации штанги с газожидкостными амортизаторами и пневматическими подушками;
- Автоматическая система регулировки высоты штанг с ультразвуковым датчиком;
- Система автоматической реакции на изменения уклона участка.



Рисунок 5 – Вид системы автоматического регулирования положения штанги опрыскивателя УТА-3000

в) Двигатель:

- Разработка мирового производителя дизельных двигателей Cummins (США). Произведен в России;

- Шестирядный дизельный с турбонаддувом с последующим охлаждением. Высокие тяговые характеристики;

- Экономичный. Низкий расход топлива и масла на угар. Мировая гарантия, развитая сервисная сеть.

г) Система заполнения бака и опрыскивания:

- Загрузочный насос высокой производительности. Быстрая система заполнения бака;

- Время самозакачки бака - до 5 минут. Программируемая загрузка емкости - возможность настроить объем воды для закачки - насос возьмет столько воды, сколько нужно по Вашим расчетам;



Рисунок 6 – Опрыскиватель UTA-3000 в работе

- Насос опрыскивания на гидравлическом приводе. Производительность до 650 л/мин;

- Премиксер для смешивания маточного раствора-30 л, экологическая система очистки (мойки) резервуаров;

д) Удобство эксплуатации:

- Эргономичная кабина. Безопасные условия работы оператора. Оптимизированная система кондиционирования и отопления. Минимальный контакт с агрессивной средой. Системы очистки воздуха с помощью угольных фильтров. Панорамные стекла, расширенный обзор, тонировка. Настраиваемое пневматическое сиденье, гидравлическая лестница;

- Специализированные светодиодные фары исключают слепые зоны при работе в ночное время. Освещение рабочего пространства в радиусе менее 50 м.

е) Ходовая часть:

- Рама на болтовых соединениях;
- Реактивная тяга поперечной устойчивости исключает крен. Гарантия вертикальной устойчивости, особенно на поворотах;

- Хорошее поведение на наклонных участках. Редуктор заднего моста ZF «Zahnrad Fabrik», изготовленный в соответствии с международными стандартами качества;

- Шины низкого давления – защита посевов и грунта.



Рисунок 7 – Вид высококлиросной ходовой системы опрыскивателя УТА-3000 с шинами низкого давления

ж) Интеллектуальная система управления:

- Агронавигатор высокой точности. Параллельное вождение и управление внешними устройствами непосредственно навигатором;

- Изменение расхода в движении, подсчет обработанных площадей. Система проверки и калибровки расхода и пройденного пути;

- Автоматическое отключение форсунок по 2 м. с каждой стороны, отключение секций при наезде на уже покрытый участок. Исключение повторной

обработки на разворотных полосах. Звуковое сопровождение бокового отклонения за установленные границы;

- Спутниковая система навигации, что в совокупности с удобным световым оборудованием позволяет работать ночью.

з) Система заполнения бака и опрыскивания:

- Загрузочный насос высокой производительности. Быстрая система заполнения бака;

- Время самозакачки бака - до 5 минут. Программируемая загрузка емкости - возможность настроить объем воды для закачки - насос возьмет столько воды, сколько нужно по Вашим расчетам;

- Насос опрыскивания на гидравлическом приводе. Производительность до 650 л/мин;

- Премиксер для смешивания маточного раствора-30 л, экологическая система очистки (мойки) резервуаров.

и) Удобство эксплуатации:

- Эргономичная кабина. Безопасные условия работы оператора. Оптимизированная система кондиционирования и отопления. Минимальный контакт с агрессивной средой. Системы очистки воздуха с помощью угольных фильтров. Панорамные стекла, расширенный обзор, тонировка. Настраиваемое пневматическое сиденье, гидравлическая лестниц;

- Специализированные светодиодные фары исключают слепые зоны при работе в ночное время. Освещение рабочего пространства в радиусе менее 50 м.

Таблица 1 – Техническая характеристика

Производительность	30-47 га/ч
Объем основного бака	3000 л.
Ширина захвата	28 м
Двигатель	cummins fr93500 /qsb 6.7, дизельный с турбонаддувом с последующим охлаждением, 190 л.с. (142 кВт).
Экологический класс	tier 3
Количество рабочих скоростей	вперед-10, назад-2
Транспортная скорость движения	до 60 км/ч
Насос закачки гидравлический,	до 650 л/мин

Продолжение таблицы 1

Насос подачи центробежный с гидроприводом	до 650 л/мин
Объем миксера смесителя (премиксер)	30 л
Количество секций системы опрыскивания	7
Объем бака для промывки	200 л
Высота регулировки подъема штанги	0,5-2 м.
Ширина колеи	2,7 м
Колесная формула	2х4
Клиренс	1,65 м
Топливный бак	250 л
Подвеска	пневматическая с автоматическим контролем высоты
Габаритные размеры в рабочем положении	7800х28500х4200
в транспортном состоянии	7800х3700х4200
Рулевое управление	гидравлическое
Масса с пустым баком	8200 кг

Навесные штанговые опрыскиватели, выпускаемые ОАО «НПФ ГУТА», ОНШ- 400, ОНШ-600, ОНШ-800, оснащены полиэтиленовыми или стеклопластиковыми рабочими баками, имеют четырехступенчатую фильтрацию рабочей жидкости, узлы и детали в коррозионно-стойком исполнении. При установке по дополнительному заказу брандспойтов и барабанов для намотки шлангов используются для защиты садов, виноградников и лесозащитных полос от вредителей и болезней, а также для мойки сельскохозяйственных машин, побелки помещений, дезинфекции животноводческих ферм.

Наряду с полуприцепными и навесными опрыскивателями ООО «НПФ ГУТА» вместимостью с рабочим баком 2 тыс. л предлагает самоходные штанговые модели - ОМШ-2000 и ОМШ-6000, которые монтируются на автомобильные шасси. Максимальная ширина захвата ОМШ-2000 составляет 24 м, ОМШ-6000 - 28 м.



Рисунок 8 - Самоходные штанговые опрыскиватели на автомобильном шасси: а - ОМШ-2000, б - ОМШ-600

ООО «Таоспектр» (Белгородская обл.) производит полевые прицепные опрыскиватели ОП-2000, ОП-2500 шириной захвата 18, 21, 24 м, предназначенные для поверхностного внесения рабочих растворов, пестицидов и жидких минеральных удобрений с микроэлементами или без них (рис. 9).



Рисунок 9 - Опрыскиватель ОП-2000

Привод штангового механизма автономный, гидравлический с дистанционным управлением. Установлены система опрыскивания фирмы «Агротоп», более надежная подвижная рамка и штанги на основе маятниковой подвески, что позволяет обрабатывать почву с уклоном до 10°, при этом штанги постоянно расположены параллельно почве.

Полуприцепной опрыскиватель «Гварта 8» («Агротех-Гарант»).



Рисунок 10 - Полуприцепной опрыскиватель «Гварта 8» («Агротех-Гарант»)

Воронежская группа компаний «Агротех-Гарант» продолжила совершенствовать линейку своего передового опрыскивателя «Гварта» и выпустила уже восьмую модель. Одной из основных особенностей производитель называет легкость и в то же время прочность конструкции, имеющей повышенный срок эксплуатации без потери достойных технических характеристик. Производительность опрыскивателя «Гварта-8» достигает 31 га/ч, основной бак – достаточно вместительный (3500 л), плюс есть отдельный промывочный бак и емкость для мытья рук. Рабочая ширина захвата – на уровне ведущих конкурентов (24-27 м), каждое крыло имеет отдельную независимую амортизацию, а мембранно-поршневой насос обеспечивает подачу до 230 л в минуту.

Гидросистема опрыскивателя полностью автономная, с электронным управлением. А в качестве опций предлагаются две заслуживающие отдельного внимания системы. Инновационная технология Seletron позволяет независимо управлять каждым распылителем по отдельности с помощью электроклапана. За счет этого увеличивается точность внесения препаратов, жидкость распределяется равномерно по всей штанге, а так называемый нерастворимый остаток снижается до минимума, что в целом существенно повышает КПД опрыскивателя и заметно экономит средство для защиты растений.

Другая доступная опция – система контроля и управления процессом Bravo-400. Автоматика со встроенным GPS-навигатором следит за давлением в системе, расходом жидкости и перемещением отдельных секций штанги, которые при необходимости тут же отключаются. К примеру, если система определит, что обрабатываемый участок уже опрыскивался, то дополнительное распыление с шагом в 0,5 метра автоматически выключится.

Туннельный опрыскиватель ОПТ-2500 («Казаньсельмаш»).



Рисунок 11 – Вид опрыскивателя ОПТ-2500

В российских реалиях зачастую приходится отталкиваться от климатических условий использования агротехники, и если погода отличается переменчивостью с частыми порывами ветра, стандартное распыление препаратов может стать проблемой. В таком случае помочь может опрыскиватель туннельного типа – как, например, ОПТ-2500, выпускаемый заводом «Казаньсельмаш». Особенно он эффективен при обработке деревьев до 2,2 м высотой, а также винограда.

Ширина туннеля настраиваемая и за счет гидравлики регулируется от 1,8 до 3,2 м. Высота тоже может подгоняться в диапазоне от 2,2 до 2,9 м. Конструкция предполагает одновременную обработку сразу двух рядов. Производитель также выделяет 5-ступенчатую систему очистки используемой жидкости и технологию рециркуляции, благодаря которой стекающий по стенкам туннеля раствор инжектор высасывает обратно. Далее жидкость фильтруется и подается обратно в основную емкость. Таким образом, достигается экономия химиката до 70% в сравнении с традиционными опрыскивателями, а заодно и сводит к минимуму загрязнение окружающей среды.

Ну а для вариативного использования модель ОПТ-2500 комплектуется разными видами распылителей. Один из них преобразует рабочую жидкость в мелкодисперсный туман, другой – в крупные капли и т.д. В результате очень удобно подобрать оптимальный вариант для конкретного типа обработки.

Что касается комплектации, то данная модель представлена двумя опрыскивателями – навесным и полуприцепным. Помимо способа агрегатирования с трактором, они значительно отличаются массой (навесной весит 700 кг, а полуприцепной 1220 кг), размером (длина навесного – около 2 м, а полуприцепного – около 5 м) и вместимостью основной емкости (2500 против 600 л в пользу полуприцепного). Во всем остальном характеристики у них идентичные, поэтому выбор стоит делать исходя из необходимых по хозяйству задач.

Самоходный опрыскиватель ОС-2500 («Казаньсельмаш»).

Еще один свеженький представитель от казанской агрокомпании – ОС-2500. Это полноприводная модель с захватом штанги 24 м и клиренсом 1 м,

предназначенная для самых суровых условий использования даже на тяжелых полях. Впрочем, при желании можно задействовать режим с двумя ведущими колесами.



Рисунок 12 – Вид опрыскивателя ОС-2500

В ходовой этого опрыскивателя используется специальный фрикционный джойстик, который вместе с гидростатическим усилителем существенно облегчает управление машиной, а пневматическая подвеска нивелирует толчки и повышает комфорт во время работы.

Большое внимание инженеры уделили эргономике. Кабина оснащена регулировкой кресла и амортизацией сиденья, вся необходимая электроника (бортовой компьютер «Барс-5» и GPS-навигатор) всегда под рукой, а для удобства оператора имеется не только кондиционер с обогревом, но даже магнитола с акустической системой.

Производитель подчеркивает идеальную точность внесения препаратов в любое время суток – все контролирует электроника, в том числе защищает от повторной обработки одного и того же участка. А если вдруг работу пришлось прервать по каким-то причинам, при дальнейшем возобновлении GPS выдаст точное место, откуда нужно продолжать.

Самоходный опрыскиватель «Туман 3» производства «Пегас-Агро» (г. Самара)



Рисунок 13 – Вид опрыскивателя Туман-3

Нынешнее поколение опрыскивателя «Туман», только-только представленное компанией «Пегас-Агро», уже третье. Первые две модификации уже успели завоевать популярность среди аграриев и получить кучу наград со многих выставок сельхозтехники. А в прошлом году производитель был отмечен за инновационную технологию «внедрение системы внутрипочвенного внесения жидких удобрений ротационным игольчатым инжектором». Это новшество получило название «мультиинжектор», и главное его отличие от подобных зарубежных систем заключается в том, что управление осуществляется через бортовой компьютер. При таком подходе четко рассчитанная доза удобрения вносится прямо в прикорневую систему, не травмируя растение.

В целом «Туман 3» унаследовал от предшественников все самые лучшие характеристики, в том числе одну из главных фишек – систему двух типов колес. В зависимости от периода работы в поле и от обрабатываемых культур фермер может установить либо шины низкого давления, либо узкие колеса, чтобы не наносить вред растениям. Во втором случае также имеется возможность увеличивать клиренс с 0,4 м до 0,8 м. Кроме того, техника отличается легкостью, маневренностью и улучшенной проходимостью. Зона обработки очень большая – модуль для аэрозольного опрыскивания позволяет охватывать

до 100 м территории, за счет чего можно создать некий барьер для вредителей. Производительность достигает впечатляющих 80 га/ч, а богатый набор опций поможет настроить машину под собственные нужды.

Из особенностей именно третьего поколения «Тумана» стоит выделить акцент на вместимости бака. Новая модель получила бункер на 3000 л для жидких растворов и на 3000 кг для твердых препаратов – этим производитель хотел показать, что задумывается об удобстве работы на полях с большими площадями. Само собой, поменялись двигатель (эксперты отмечают, что он стал более экономичным, хотя в мощности, наоборот, прибавил) и рама (на еще более прочную), существенно был доработан дизайн кабины, улучшился обзор, а заодно изменения коснулись эргономики.

Опрыскиватель ПФ-24 производства ООО ПольшАгроПром (г. Ставрополь).

Обновленная модель ПФ-24 отличается универсальностью применения – она адаптирована к работе в различных погодных условиях и в любое время суток. Навесная модификация оснащена 600-литровым баком, регулировкой высоты обработки от 500 мм до 1500 мм и даже расхода рабочей жидкости. Прицепная выделяется габаритами и баком емкостью 2500 л. Ширина захвата достигает 25,6 м, а клиренс – 70 см. Специальный трехслойный шланг устойчив к ультрафиолетовым лучам и выдерживает давление до 20 bar, а 5-ступенчатая система фильтрации защищает растения от попадания вредных веществ.



Рисунок 14 – Вид опрыскивателя ПФ-24

Обе вариации имеют усиленную раму с уменьшением динамической нагрузки на металлоконструкции, а регулируемая колея позволяет настроить ширину колес так, чтобы они шли по технической колее и не повреждали всходы.

В компании предлагают широкий выбор насосов от ведущих зарубежных производителей – на опрыскиватель в итоге установят тот, который захочет клиент. Да и вообще список опций в версии 2018 года стал еще более разнообразным. Есть дополнительные пакеты «ночной», «горный» и «дорожный» (при необходимости перевозить технику по асфальту).

Прицепные опрыскиватели RSM TS Satellite производства Ростсельмаш.

Опрыскиватели RSM TS Satellite – надёжные и высокопроизводительные машины, которые могут вносить от 60 до 400 л. на гектар при скорости движения до 15 км/ч. Уникальная технология позволяет равномерно распылять раствор, не вызывая ожоги у растений.

Стандартное оснащение:

- Компьютер управления с функцией GPS-курсоуказателя;
- Автоматическое GPS включение/отключение поливных секций в случае перекрытия обработанных площадей;
- Инжекторные форсунки трех размеров: -02, -03, -04;
- Шланг для забора воды длиной 20 метров.

Опции:

- Автоматическое GPS управление 4-х крайних (с каждой стороны) форсунок;
- Широкие колеса 320/85 R38;
- Пневматическая тормозная система.

Преимущества:

1) Надёжная рама.

Пространственная рама невосприимчивая к изгибу и кручению, обеспечивает надёжное крепление и защиту бака. Это обеспечивает устойчивость и уверенное движение опрыскивателя на полях с различным рельефом.

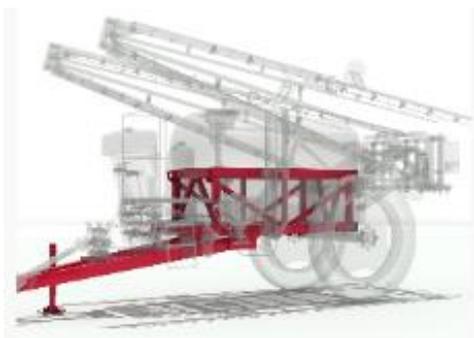


Рисунок 15 – Вид рамы опрыскивателя RSM TS Satellite

2) Работа на всех культурах.

Универсальная колея 1,5-1,8-2,1 м. позволяет использовать опрыскиватель на любых культурах с различными междурядьями, а узкие шины шириной 270 мм обрабатывать свёклу, без риска травмирования корнеплодов.



Рисунок 16 – Вид колёс с узкими шинами опрыскивателя RSM TS Satellite

3) Централизованный пост управления.

Позволяет выполнять все основные операции – промывка бака и системы распылителей, включение мешалки. Вымыть руки или защитную одежду можно чистой водой из почти 56-литрового специального бачка.



Рисунок 17 – Вид поста управления опрыскивателя RSM TS Satellite

4) Точность внесения.

Опрыскиватель оснащен компьютером управления поливом с функцией GPS-курсоуказателя, что позволяет работать по технологии Точного Земледелия. Автоматический блок регулирования расхода применяемых препаратов упрощает работу, расширяет возможности и повышает надежность опрыскивателя.



Рисунок 18 – Схема движения опрыскивающего агрегата по навигатору

5) Защита при потере GPS сигнала.

Сделать опрыскивание более точным позволяет индуктивный датчик, устанавливаемый на ступице колеса опрыскивателя. Он независим от GPS-приемника и позволяет доработать смену без простоев в случае его поломки. При отсутствии GPS-сигналов о скорости движения датчик включается автоматически.



Рисунок 19 – Индуктивный датчик на ступице колеса опрыскивателя

б) Удобство эксплуатации.

Автоматическое отключение или включение 4-х крайних форсунок справа и слева (опция) дает дополнительную точность внесения препаратов. А си-

система контроля штанги и ее высоты позволяет оперативно изменять высоту и угол обработки.

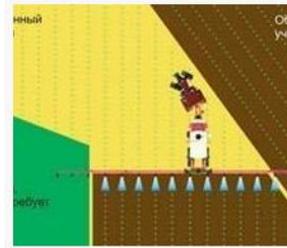


Рисунок 20 – Схема работы опрыскивателя при избирательном отключении (включении) форсунок

7) Высокая ремонтпригодность.

Применение модульного подхода в конструкции поливной арматуры (краны, фитинги, трубопроводы) обеспечивает высочайшую ремонтпригодность, а использование простых и надёжных шаровых кранов позволяет избежать простоев агрегата.



Рисунок 21 – Вид модульной конструкции поливной арматуры

8) Плавная работа.

Форсунки распыляют водный раствор равномерно и в строго заданном направлении. Патентованная система подвески штанги обеспечивает безударный ход секций и плавную регулировку высоты штанги.



Рисунок 22 – Вид патентованной системы подвески штанги

9) Защита крайних секций штанги.

Штанга оснащена противоударными звеньями, которые при контакте с препятствием отклоняются на 60° назад и на 20° вверх.



Рисунок 23 – Вид противоударных звеньев

10) Гашение горизонтальных колебаний.

Ось поворота штанги в наивысшей точке, обеспечивает эффект самовыравнивания по принципу маятника. Минимизация колебаний штанги опрыскивателя в горизонтальной плоскости достигается за счет высокой жесткости элементов и взаимной ориентации шарниров раскладки штанги в разных плоскостях.

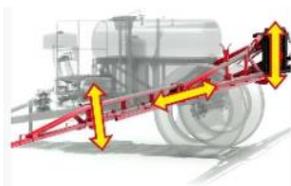


Рисунок 24 – Вид возможных направлений движения штанги

11) Надежная система гашения вертикальных колебаний

В опрыскивателях Satellite применено надежное решение для гашения вертикальных колебаний – пневмогидроаккумуляторы (с закачанным под давлением азотом) – которые исключают раскачивание штанги и требуют минимального обслуживания.

12) Инжекторные распылители.

В базовой комплектации установлены тройные форсункодержатели револьверного типа и инжекторные распылители (-02, -03, -04), что позволяет более эффективно работать в ветреную погоду даже при скорости ветра до 8-10 м/сек.



Рисунок 25 – Вид инжекторного распылителя

13) Улучшенный миксер.

На опрыскивателе установлен активный химический миксер увеличенного объёма – 35 литров, что позволяет эффективно и с высокой производительностью смешивать как жидкие, так и порошкообразные препараты, обеспечивая качественное приготовление рабочей смеси.



Рисунок 26 – Вид улучшенного миксера

14) Цельнолитой бак.

Цельнолитой бак для раствора из специального пластика толщиной 15 мм гарантирует высокие эксплуатационные характеристики, а абсолютно гладкая внутренняя поверхность исключает отложения твёрдых частиц на стенках бака. Сливной канал по всей длине бака, глубиной 10 см, обеспечивает качественную подачу раствора при различных углах наклона опрыскивателя.



Рисунок 27 – Вид цельнолитого бака

15) Производительность на высоте.

Высокопроизводительный мембранно-поршневой насос (225 л/мин) обеспечивает равномерное внесение препаратов, качественное приготовление рабочей жидкости и активное перемешивание раствора для поддержания постоянной концентрации. Норма внесения от 60 до 500 л/Га. Таким образом, Satellite может использоваться для полнообъемного и малообъемного опрыскивания.



Рисунок 28 – Вид мембранно-поршневого насоса

Норма внесения от 60 до 500 л/Га. Таким образом, Satellite может использоваться для полнообъемного и малообъемного опрыскивания.

2.2 Тенденции развития импортных опрыскивателей

2.2.1 Опрыскиватели Белорусского производства

Самоходный опрыскиватель «Роса» («Агромашресурс»).

Белорусская техника от ООО «Агромашресурс» уверенно занимает свою нишу на рынке защиты и обработки растений. Один из флагманов компании – самоходный опрыскиватель «Роса», получивший недавно очередные улучшения. По словам производителя, эта машина способна одинаково хорошо работать в том числе на переувлажненной почве. Это удобно, если, например, уже нужно подкармливать озимые культуры, а на мокрой после таяния снегов почве другая техника еще неэффективна.



Рисунок 28А – Вид самоходного опрыскивателя «Роса»

Еще один стоящий момент – уникальные шины с многослойными латексными оболочками, которые обеспечивают давление на почву всего в 0,1 атмосферы, а также существенно продлевают ресурс работы покрышки (до 10 тысяч га).

Ширина рабочей штанги – 24 м, а производительность достигает 20 га/ч. Интересно, что заданная дозировка внесения удобрения сохраняется независимо от скорости передвижения опрыскивателя. Кроме того, в «Росе» может использоваться технология малообъемного внесения препаратов, когда на площади в гектар нужно распылить всего порядка 30-50 литров. Такая возможность может пригодиться как владельцам не сильно больших хозяйств, так и тем, кто нуждается в точечной, а не комплексной обработке участка.

Приятный бонус – устройство для скоростной заправки, состоящее из насоса-нагнетателя, миксера и промежуточной емкости для приготовления реагента. В результате раствор готовится за одну минуту, а бак опрыскивателя заполняется за три минуты, что обеспечивает практически безостановочную работу техники.

Прицепной опрыскиватель компании «АгроГруппДПол» (г. Брест)

Компания «АгроГруппДПол» с 2007 года занимается продажей и поставкой сельскохозяйственной техники, а также запасных частей к ней, на рынки всего Евразийского таможенного союза.

С 2015 года компания начала производить технику собственного производства, в которой были учтены все недостатки и недоработки Европейских

аналогов и адаптирована под разные условия труда. В процессе производства используется высокотехнологичное оборудование и материалы наивысшего качества.

Прицепной опрыскиватель на 3000 литров 21 м штанга с автоматикой



Рисунок 29 – Прицепной опрыскиватель на 3000 литров компании «АгроГруппДПол»

ООО СелАгро производит современные опрыскиватели серии GRAND и XXL

Прицепные опрыскиватели серии «GRANDMaster» 3000 и XXL не уступают по своим техническим характеристикам, надежности и функциональности хорошо известным европейским аналогам.

Благодаря прочному и надежному шасси, состоящему из усиленных узлов, усовершенствованной подвеске штанги и её конструкции типа «пространственная ферма» с сечением в виде трапеции, а также удобному центральному посту управления, данные опрыскиватели отличаются своей прочностью, возможностями и современным оснащением, а главное - соотношением цены и качества.



Рисунок 30 - Прицепной опрыскиватель серии GRAND Master 3000

Прицепные опрыскиватели серии «GRAND Master» 3000 и XXL имеют следующие особенности:

а) Продуманная и надежная конструкция.

- Надёжная рама опрыскивателя серии GrandMaster3000 и XXL покрыта 2-компонентным антикоррозионным грунтом с фосфатом цинка, окрашена 2-компонентной полиуретановой краской, которая сохраняет цвета и блеск при воздействии УФ-излучения и имеет высокие защитные характеристики: устойчивость к воздействию агрессивных сред и механических нагрузок. Прочное и долговечное шасси опрыскивателей серии GRAND Master 3000 и XXL является надёжной опорой для бака большого объёма. Клиренс не менее 640 мм позволяет работать с культурами в различные фазы роста, не повреждая их. Благодаря низкому центру тяжести, машина обладает хорошей устойчивостью при движении по полю и по дороге. Чтобы уменьшить тяговое сопротивление, большая часть массы опрыскивателя опирается на сцепное устройство трактора.

- Шарнирное сцепное устройство обеспечивает движение опрыскивателя в колее трактора, предупреждая повреждение растений и повышая манёвренность при поворотах/разворотах.

- Гидравлическая опора даёт возможность подъёма и регулирования сцепной петли по высоте для удобного сцепления с тракторами, необорудованными сцепным устройством, регулируемым по высоте.

- Оси опрыскивателя с барабанными пневматическими тормозами, рассчитанными на высокую транспортную скорость, имеют различную ширину колеи от 1500 до 2800мм, которая изменяется бесступенчато, что позволит работать на любых культурах и в любых условиях рельефа (для Grand Master 3000).

б) Надежная штанга.

- Штанга с шириной внесения 18 и 24м с гидравлическим раскладыванием имеет сложную объемную конструкцию с четырехугольным сечением (тип - пространственная ферма). В отличие от штанги типа Плоская ферма, такая конструкция в разы эффективнее обеспечивает безаварийную работу опрыскивателя и хорошо себя зарекомендовала в противостоянии изгибающим и скручивающим нагрузкам. На штангу нанесен 2-компонентный антикоррозионный грунт с фосфатом цинка, она окрашена 2-компонентной полиуретановой краской, которая устойчива к агрессивной среде. Также она оборудована 4-поточными корпусами распылителей, установленными на трубопроводе из нержавеющей стали, что позволяет добиться равномерного распыления рабочего раствора по всей рабочей ширине. Трубопроводы, в свою очередь, разбивают штангу на 7 секций, что также положительно сказывается на равномерности распределения рабочей жидкости по всей ширине штанги.

- Амортизация штанги. Рамка подъема штанги оснащена двухрычажной пружинно-механической амортизацией с параллельными рычагами и газовыми амортизаторами, что обеспечивает плавность хода штанги и гашение колебаний при движении по дороге и во время полевых работ. Двухрычажная амортизация полностью готова к эксплуатации и не требует никаких дополнительных регулировок и настроек.

в) Емкости.

- Объём основного бака составляет 3000 (4000) литров, промывочный бак - 270 (370) литров и бачок для мытья рук на 15 (15) литров. Опрыскиватель оборудован системой промывки бака, что обеспечивает смывание химикатов со

стен ёмкости основного бака и позволяет предотвратить смешивание разных препаратов при дальнейшем использовании опрыскивателя.

- Баки изготовлены из ударопрочного, морозостойкого и светостабилизированного полиэтилена высокого давления. С одной стороны, это прочный материал, обеспечивающий длительный срок эксплуатации, а со второй, при его повреждении он легко поддается ремонту путем спайки (что невозможно осуществить с баком из стекловолокна).

г) Приготовление рабочего раствора.

- Миксер объемом 20 литров (возможна установка 30 л) легко выдвигается наружу, что обеспечивает удобный к нему доступ. Жидкие, порошковые и гранулированные составы СЗР легко заправляются с уровня земли и сразу смешиваются с чистой водой. Промывочная форсунка миксера тщательно очищает канистры от химических средств защиты.

- Удобная корзина для перевозки канистр с ядохимикатами, в которую могут поместиться 3 тридцатилитровые канистры.

д) Общие конструкционные особенности.

На опрыскиватель установлен высокопроизводительный насос фирмы Comet (Италия) (возможна установка от 170 до 280 л/мин) и арматура с большими проходными сечениями, что позволяет работать с нормами расхода до 1000 л/га на скорости до 18 км/ч.

Система управления гидротоками опрыскивателя и главный клапан с самоочищающимся фильтром находятся в закрытом корпусе. Вакуумные (всасывающие) шланги выдерживают разрежение до минус семи атмосфер, соединения шлангов осуществляется нержавеющей хомутами. Все питающие, напорные, вакуумные шланги и гидравлические компоненты - производства Италии и Германии. Питающие и гидравлические шланги, соединяющие штангу и опрыскиватель, находятся в эластичном коробе, что исключает перетирание и разрыв шлангов во время работы опрыскивателя. Опрыскиватель сконструирован так, что на нём нет свисающих и открытых шлангов и проводов, что, в свою очередь, исключает их повреждение во время работы и транспортировки.

Все опрыскиватели стандартно оснащаются бортовым компьютером BRAVO 180 итальянской фирмы ARAG, который позволяют контролировать процесс внесения средств защиты растений автоматически, независимо от скорости движения опрыскивателя.

Кроме того, по заказу опрыскиватели серии GRAND Master 3000 и XXL могут комплектоваться компьютерами BRAVO 400S со встроенной системой навигации либо оборудованием TeeJet Matrix 570 GS с системой спутниковой навигации (GPS+ГЛОНАСС) и автоматического контроля секций, что позволит Вам полностью автоматизировать процесс внесения СЗР и исключить огрехи и повторные перекрытия.

Таблица 2 - Основные технические характеристики серии Master

МОДЕЛЬ	GRAND Master (3000л)	GRAND Master XXL (4000л)
Тип опрыскивателя	полуприцепной	полуприцепной
Ёмкость основного бака, л	3000	4000
Ёмкость промывочного бака, л	270	370
Ёмкость для чистой воды, л	15	15
Ширина штанги, м	18-24	24
Количество секций, шт	5	7(9)
Тип подъема и раскладывания	гидравлический	
Количество гидроцилиндров на раскладывание, шт.	4	4
Конструкция штанги	пространственная ферма, с трубопроводами из нержавеющей стали	
Возможность отдельного складывания-раскладывания левого и правого крыла	полное складывание-раскладывание левого и/или правого крыла	
Высота подъема штанги, мм	2100	2150
Система защиты штанги от ударных нагрузок	двухрычажная пружинно-механическая амортизация всей штанги с параллельными рычагами и газовыми амортизаторами и пружинно-механическая амортизация каждого крыла отдельно	
Насос мембранно-поршневой	Comet (170-280 л/мин. / 20атм.), Италия	
Регулятор-распределитель давления	ручной пятисекционный (семи-секционный опционально)	
Фильтрация	5-ступенчатая	
Перемешивание раствора	две мешалки гидравлические эжекторные	

Растворитель хим. средств	корзина растворителя в заливной горловине «Миксер» на 20-30л.	
Корпуса распылителей	4-поточные револьверного типа	
Диапазон выхода рабочей смеси, л/га	60 - 1000	
Скорость км/ч: рабочая	5-18	5-18
транспортная	15	15
Клиренс, мм, не менее	640	640
Тип колес	9.5x42	18.4x38
Производительность (при рабочей скорости 16 км/ч), га/ч	28	37
Опорная стойка	гидравлическая	гидравлическая
Тормозная система	Стояночный тормоз (пневматические тормоза опционально)	
Класс трактора	не ниже 1,4	не ниже 1,4

Опрыскиватели Зубр серии 3000 и 4000 производства ООО «СелАгро»



Рисунок 31– Опрыскиватели Зубр серии 3000

Опрыскиватель *Зубр 3000 и 4000* это:

- прочное и надежное шасси, состоящее из усиленных узлов; благодаря низкому центру тяжести, машина устойчива при движении по полю и по дороге. Для уменьшения тягового сопротивления основная масса опрыскивателя опирается на сцепное устройство трактора;
- двухмаятниковая стабилизация для гашения горизонтальных и осевых колебаний;
- гидромеханическая амортизация для гашения вертикальных колебаний, избегая преждевременного износа узлов складывания-раскладывания штанги;

- штанга по типу “пространственной фермы” с трубопроводами из нержавеющей стали;
- управление секциями штанги гидроцилиндрами с компенсаторами потока, исключая механическую поломку узла складывания-раскладывания;
- система компьютерного управления Bravo (ARAG, Италия);
- 2-компонентный антикоррозионный грунт с фосфатом цинка;
- двухслойная полиуретановая эмаль с повышенной ударной вязкостью – устойчива к воздействию агрессивных сред и механических нагрузок;
- итальянский насос от 170 до 280л/мин;
- гидравлическая опора обеспечивает подъём и регулирование сцепной петли по высоте для удобного сцепления с тракторами, необорудованными сцепным устройством, регулируемым по высоте;
- шарнирное сцепное устройство обеспечивает движение опрыскивателя в колее трактора, предупреждая повреждение растений и повышая манёвренность при поворотах/разворотах;
- широкоугольный карданный вал;
- итальянский миксер от компании Vetroresina 40л;
- компьютерное управление от итальянского производителя ARAG (Италия) – системы Bravo 180, Bravo 300 и Bravo 400 – для автоматического контроля процесса внесения средств защиты растений, независимо от скорости движения опрыскивателя с функцией навигации и автоматического контроля секций для полной автоматизации процесса внесения СЗР и исключения огрехов и повторных перекрытий (в модели Bravo 400);
- Объём основного бака составляет 3000 (4000) литров, промывочный бак – 270 (370) литров и бачок для мытья рук на 15 (15) литров. Опрыскиватель оборудован системой промывки бака, что обеспечивает смывание химикатов со стен ёмкости основного бака и позволяет предотвратить смешивание разных препаратов при дальнейшем использовании опрыскивателя;
- Баки изготовлены из ударопрочного, морозостойкого и светостаби-

лизированного полиэтилена высокого давления. С одной стороны, это прочный материал, обеспечивающий длительный срок эксплуатации, а со второй, при повреждении он легко поддается ремонту путем спайки (что невозможно осуществить с баком из стекловолокна).

Система управления гидротоками опрыскивателя и главный клапан с самоочищающимся фильтром находятся в закрытом корпусе. Вакуумные (всасывающие) шланги выдерживают разряжение до минус семи атмосфер, соединения шлангов осуществляется нержавеющей хомутами. Все питающие, напорные, вакуумные шланги и гидравлические компоненты – производства Италии и Германии.

Таблица 3 – Особенности конструкции опрыскивателя Зубр

<p>РАМА</p>  <p>2-компонентный антикоррозийный грунт - 2-компонентная полиуретановая краска</p>	<p>ОСИ</p>  <p>бесступенчатая регулировка — ширина колеи 1450-2100 мм</p>	<p>ШТАНГА</p>  <p>объемная, усиленная «пространственная ферма» — с трубопроводами из нержавеющей стали</p>
<p>ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ОПОРА</p>  <p>подъем и регулировка сцепной петли по высоте для удобной сцепки с трактором</p>	<p>КОРОБ-ГУСЕНИЦА ИЗ ПОЛИМЕРА</p>  <p>страховка от перетирания и разрывов шлангов и проводов во время работы</p>	<p>АМОРТИЗАЦИЯ ШТАНГИ</p>  <p>2-х рычажная пружинно-механическая амортизация с газовыми амортизаторами</p>

Питающие и гидравлические шланги, соединяющие штангу и опрыскиватель, находятся в эластичном коробе, что исключает перетирание и разрыв шлангов во время работы опрыскивателя. Опрыскиватель скомпонован без сви-

сающих и открытых шлангов и проводов, что исключает их повреждение во время работы и транспортировки.

Опрыскиватель ЗУБР НШ SMART.

Опрыскиватель *ЗУБР НШ SMART* – это серия тракторных опрыскивателей, производимая ООО «СелАгро» для малых и средних сельскохозяйственных предприятий. Опрыскиватель навесной 600 л отвечает всем требованиям международных стандартов по равномерности внесения пестицидов, соблюдению заданной дозы и требованиям экологической безопасности.

При их изготовлении использовались комплектующие зарубежных партнёров таких как: AGROPLAST Польша, Bury MaszynyRolnicze Польша.

Есть версия опрыскивателя для рядковой обработки. На 3 рядка.

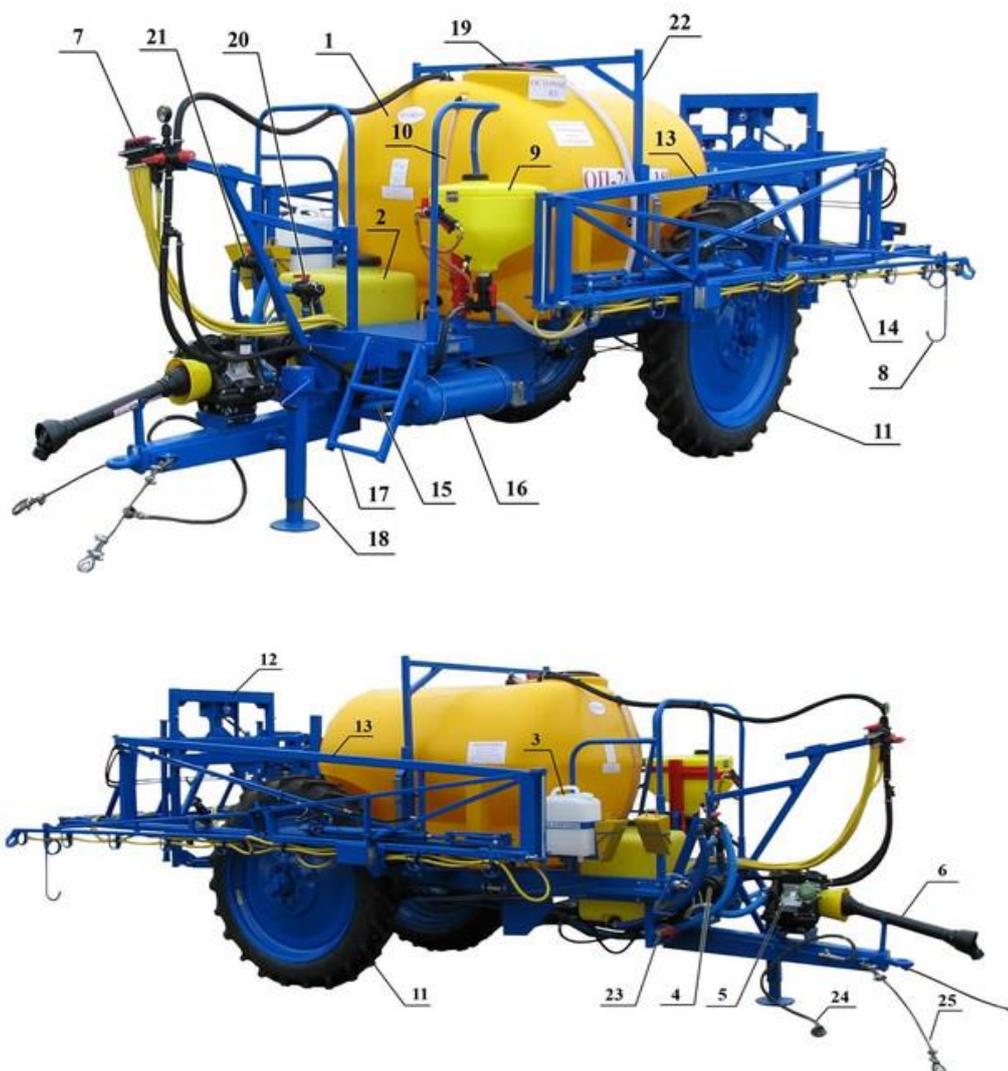
Таблица 4 – Технические характеристики опрыскивателей *ЗУБР НШ SMART*

МОДЕЛЬ	НШ 04.11.11 SMART	НШ 06.11.11 SMART
Ёмкость основного бака	400 л.	600 л.
Штанга	10-12 м (подъём – механический (лебёдкой) на высоту 0,5 – 1,3 м, раскладывание – ручное). Система горизонтальной стабилизации штанги одномаятниковая	
Насос	P-90 (Польша) (90 л/мин. / 20атм.)	
Регулятор давления	SZF “MOBI”	
Фильтрация	3-ступенчатая	
Перемешивание раствора	мешалка гидравлическая эжекторная	
Растворитель хим. средств	в сите заливной горловины	
Диапазон выхода рабочей смеси, л/га	60 – 500	
Скорость км/ч рабочая	2,5 – 6	
транспортная	15	
Производительность	29 га/смену	
Класс трактора	не ниже 0,6	не ниже 1,4 (может быть трактор класс 0,6 при неполном заполнении бака или с установкой противовесов)

Опрыскиватель прицепной ОП-2500-18.

Опрыскиватель выполнен в виде одноосного полуприцепа, агрегатируемого с трактором тягового класса не ниже 1, 4 кН.

Предназначен для обработки полевых культур пестицидами, а также для внесения жидких комплексных и других минеральных удобрений путем поверхностного опрыскивания.



1 - бак основной; 2 - бак дополнительный; 3 - бачок для мытья рук; 4 - фильтр линии всасывания; 5 - насос; 6 - карданный вал; 7 - блок управления; 8 - пружинный отбойник; 9 - миксер; 10 - уровнемер; 11 - колесо; 12 - механизм подъема штанги; 13 - штанга; 14 - узел распыла; 15 - рукав заправочный; 16 - ресивер тормозной системы; 17 - лестница; 18 - домкрат парковочный; 19 - крышка бака; 20, 21 - трехходовые краны управления забором жидкости; 22 - опора штанги; 23 - разрывные гидромуфты; 24 - пневмопровод; 25 - трос страховочный.

Рисунок 32 - Опрыскиватель ОП - 2500 - 18. Общий вид.

Опрыскиватель может работать со всеми пестицидами, разрешенными к применению в сельском хозяйстве, в виде растворов, эмульсий и суспензий.

Преимущества опрыскивателя:

- высокая точность дозирования и распределения пестицидов;
- насос мембранно-поршневого типа Д - 163 (Imovilli Pompe, Италия);
- три типоразмера распылителей серии СТ для различных видов пестицидов и жидких минеральных удобрений;
- бесступенчатая регулировка колес;
- размер колес 9, 5x42";
- штанга на пневмо опорах;



1 - кронштейн крепления; 2 - демпферная камера; 3 - масляная емкость; 4 - фитинг линии нагнетания.

Рисунок 33 - Насос D 163. Общий вид.

- встроенная система самозаправки оснащена рукавом длиной 10 м с заборным фильтром и обратным клапаном;
- противооткатные упоры; поворотное дышло; домкрат парковочный;
- бачок для мытья рук;
- система слива остатков рабочей жидкости из емкости, управляемой с рабочей площадки опрыскивателя;
- бортовая светосигнализация;

- миксер 30 л;
- дополнительный бак для промывки системы емкостью 120 л.

Таблица 5 - Техническая характеристика опрыскивателя

Наименование	Ед. измер.	Значение
1. Тип		Полуприцепной
2. Показатели назначения		
2. 1. Производительность за 1 час: - основного времени - эксплуатационного (при обработке полевых культур с нормой вылива рабочей жидкости 200 л/га), не менее:	га/ч	14, 4 - 21, 6 7, 9 - 11, 9
2. 2. Рабочая скорость движения на основных операциях	км/ч	8...12
2. 3. Рабочая ширина захвата	м	18
2. 4. Агрегатирование с трактором тягового класса, не менее	кН	1, 4
2. 5. Вместимость баков, не менее - основного - дополнительного - для мытья рук	м ³ (л)	2, 5 (2500) 0, 12 (120) 0, 015 (15)
2. 6. Расход рабочей жидкости при обработке: пестицидами жидкими минеральными удобрениями	л/га	100 - 300 100 - 600
2. 7. Рабочее давление в системе нагнетания	МПа	0, 2...1, 0
2. 8. Неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата штанги, характеризуемая коэффициентом вариации, не более	%	15
2. 9. Густота покрытия поверхности обработки каплями, не менее	шт./см ²	30
2. 10. Медианно - массовый диаметр капель	мкм	200 - 600
2. 11. Транспортная скорость, не более	км/ч	16
2. 12. Агротехнический просвет	мм	550
2. 13. Высота установки штанги относительно поверхности поля	мм	600 ... 2100
2. 14. Ширина колеи (бесступенчатая регулировка)	мм	1500 - 1800
2. 15. Число персонала по профессиям, необходимого для обслуживания операций, непосредственно связанных с работой машин	чел.	1
2. 16. Масса машины сухая (конструкционная) с полным комплектом рабочих органов и приспособлений.	кг	1600
2. 17. Габаритные размеры в рабочем положении, не более длина ширина высота	мм	5800 18000 3200
2. 18. Габаритные размеры в транспортном положении, не более длина ширина высота	мм	6200 2500 2500

3. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ		
3. 1. Среднесменное оперативное время технического обслуживания	ч	0, 15
3. 2. Удельная суммарная оперативная трудоемкость технического обслуживания	чел. ч/ч	0, 025
4. ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ		
4. 1. Удельный расход дизельного топлива за час сменного времени в составе трактора МТЗ - 82, не более	кг/га	0, 95
4. 2. Удельная масса, не более	кг×ч/га	135

2.2.2 Опрыскиватели фирмы LEMKEN

LEMKEN предлагает правильно подобранный опрыскиватель в соответствии со всеми требованиями потребителя, надежный, легкий в использовании и точный в работе. С объемом бака от 900 до 6.000 литров и шириной штанги от 12 до 39 метров. Таким образом, LEMKEN имеет одну из самых широких линеек прицепных и навесных полевых опрыскивателей на рынке.

Навесной полевой опрыскиватель ЕвроЛюкс имеет широкий спектр применения и обладает большим выбором оснащения, органов управления и штанги, тем самым, может комплектоваться в соответствии с потребностями каждого предприятия.



Рисунок 34 – Навесной опрыскиватель ЕвроЛюкс фирмы LEMKEN

Компактная рама с оптимальным расположением центра тяжести для незначительной разгрузки передней оси трактора.



Рисунок 35 – Компактная навеска на трактор, низкая разгрузка передней оси трактора

Фирма «Lemken» (Германия), объединенная с фирмой «Jacoby», предлагает различные штанговые опрыскиватели, среди них навесные серии «Eurolux» (рис. 1.5.7). Они оснащены узким полиэтиленовым рабочим резервуаром на устойчивой компактной раме, что дает возможность уменьшить нагрузку на передний мост, а также достаточно вместительным (150 л) промывным баком, позволяющим очищать системы опрыскивателя даже при частично заполненном резервуаре. Мод. «Eurolux» ТМ оснащена включаемой вручную арматурой постоянного давления с пятью секциями, в «Eurolux» TL или TLE все элементы арматуры и устройства управления находятся на левой стороне резервуара. «Eurolux» TL с пятью секциями управляется с помощью компактной электрической арматуры Elocomat-Plus. Контроль и управление «Eurolux» TLE полностью осуществляются электроникой на базе компьютера Spraydos с интегрированной распределительной коробкой. Он позволяет приводить в действие центральный клапан переключения, регулировочные клапаны секций и регулировочные клапаны давления автоматически регулирует, изменяя давление опрыскивания, норму расхода рабочей жидкости пропорционально пути при изменяющейся скорости, а в комплекте с электрогидравлическим блоком управления используется для управления гидравлическими функциями и может управлять пятью-девятью секциями штанги. Гидравлически регулируемая система стабилизации Parasol автоматически поддерживает параллельность положения штанги относительно поверхности почвы, обеспечивает максимальную высоту подъема штанги до 2,5 м. Мод. TL и TLE оснащены также электрическим устройством выравнивания положения опрыскивателя при работе на склонах.

Предусмотрена возможность установки штанги в виде алюминиевой трубы, внутри которой находятся форсунки, что обеспечит их дополнительную защиту. Для внесения жидких удобрений все модели опрыскивателей могут оснащаться волоочильными шлангами.

Простое, быстрое и точное управление с эргономичным расположением элементов управления и обслуживания на левой стороне опрыскивателя.



Рисунок 36 – Одностороннее складывание штанги SPH

Гладкостенный полиэтиленовый бак без зон отложения осадка. Приемник насоса новой конструкции гарантирует минимальное количество остаточной жидкости.

Двусторонне складываемые устойчивые к кручению штанги из алюминиевой трубы с шириной от 15 до 24 метров, которые одновременно выполняют несущую функцию и защищают форсунки. Прежде всего, долгий срок службы проверенной алюминиевой штанги является важным критерием для инвестиционных решений малых и средних предприятий.

Многочисленные варианты оснащения с объемами бака в 800,1.000 и 1200 литров, ручной блок управления ТМ, электрическое дистанционное управление ТЛ, компьютерное управление TLE.

Высокопроизводительный опрыскиватель Сириус для профессионального фермера.

Новый навесной опрыскиватель Сириус LEMKEN сконструирован так, что он может перевозить большое количество воды, чтобы достичь высокой

экономической эффективности защиты растений. Несмотря на это, он очень маневренен и компактен на поле, а также безопасен при транспортировке.



Рисунок 37 – Высокопроизводительный опрыскиватель для профессионального фермера

- Инновационная форма бака со встроенной перегородкой для гашения волн обеспечивает высокую безопасность при транспортировке и легкую очистку системы. Сириус можно приобрести с объемами бака от 900 до 1.900 литров.
- Штанга HorizontalExtend с пакетным складыванием поставляются с рабочей шириной от 12 до 15 метров.
- Новые, полностью гидравлически складываемые сзади штанги SectionExtend можно приобрести с рабочей шириной от 15 до 30 метров. При складывании достигается транспортная ширина менее 2,45 метров, что повышает безопасность транспортировки и облегчает переход в рабочее положение из транспортного и наоборот.



Рисунок 38 – Сириус 8 с HE-штангами

- Новая система навески верхней тяги QuickConnect обеспечивает надежное и быстрое навешивание полевых опрыскивателей Сириус на трактор.
- Сириус 8 оснащен собственным электрическим блоком ЛЕМКЕН Easyspray. Сириус 18 управляется при помощи компьютера Ecospray от ЛЕМКЕН. Компьютер позволяет расширение функций за счет дополнительных модулей, таких, например, как TeejetMatrix для автоматического отключения секций или EcoControl для управления штангами при помощи джойстика.



Рисунок 39 – Сложенные штанги SectionExtend

Инновационная система навески QuickConnect от LEMKEN обеспечивает комфорт и безопасность.

QuickConnect, автоматическое зацепление к верхней тяге навески трактора от LEMKEN, имеет два важных преимущества, которые до сих пор во всех существующих системах навески трактора с агрегатом себя взаимно исключали: с одной стороны система QuickConnect оставляет достаточно пространства между трактором и агрегатом для удобного и надежного присоединения всех соединяющих элементов, таких как кардан ВОМ, шланги, кабели и верхняя тяга навески. С другой стороны, новая система соединения автоматически размещает агрегат так близко к трактору, что даже самые тяжёлые навесные агрегаты, например, опрыскиватель Сириус с большим объемом бака могут работать с трактором либо совсем без фронтальных грузов, либо с минимальными фронтальными грузами. Опрыскиватели Сириус оснащены системой QuickConnect в базовой комплектации.



Рисунок 40 – Вид инновационной системы навески QuickConnect

При работе с системой QuickConnect трактор сначала подъезжает задним ходом к агрегату на достаточно большое расстояние, чтобы водитель после покидания кабины смог быстро и легко присоединить все соединяющие элементы агрегата. После этого все последующие шаги навешивания агрегата оператор может производить из кабины трактора. Трактор еще немного сдает назад и нижними тягами навески цепляет нижние крепления агрегата, не заботясь при этом о верхней тяге. Потому что умная механика новой системы навески самостоятельно обеспечивает фиксацию верхней тяги в правильной позиции.

Отцепление агрегата от трактора происходит также просто в обратном порядке. Из кабины трактора водитель отщелкивает систему QuickConnect и высвобождает нижние тяги и, проехав немного вперед, создает достаточное пространство, чтобы, выйдя с кабины, быстро и легко отцепить все соединяющие элементы.

С системой QuickConnect пользователю не нужно больше поднимать тяжелые части, например, треугольник быстрой навески для навешивания на трехточечную навеску трактора. Инновационная система навески от LEMKEN доказывает свои преимущества прежде всего на навесных полевых опрыскивателях и разбрасывателях минеральных удобрений, которые из-за большого рабочего веса должны размещаться как можно ближе к трактору, чтобы даже в заполненном состоянии обеспечивать безопасность управления трактором.

Эти преимущества в производительности и в улучшении функциональной безопасности явились основанием для DLG (Немецкого сельскохозяйственного

общества) наградить компанию LEMKEN серебряной медалью за новинки к выставке Агритехника 2009. Все навесные полевые опрыскиватели модельного ряда Сириус в базовой комплектации оснащаются системой QuickConnect от LEMKEN.

Трактор подъезжает задним ходом к агрегату, оснащённому системой быстрой навески QuickConnect с достаточным расстоянием, чтобы оператор мог быстро и просто присоединить все соединяющие элементы и верхнюю тягу навески.



Рисунок 41 – В рабочем положении система QuickConnect минимизирует расстояние между трактором и навесным агрегатом, центр тяжести смещается вперед.



Рисунок 42 – Порядок присоединения опрыскивателя к трактору

Управление джойстиками и автоматическое включение секций у полевых опрыскивателей Сириус.

Для обеспечения комфорта управления LEMKEN предлагает две новые опции, которые существенно увеличивают комфорт работы с навесным опрыскивателем Сириус. С помощью блока управления EcoControl можно напрямую включать двумя джойстиками все гидравлические функции опрыскивателя. Больше нет необходимости листать меню, для того чтобы выбрать ту или иную функцию, все движения и складывание штанги непрерывно находятся в распоряжении оператора. Так что теперь регулирование положения штанги очень легко даже на сложном рельефе. В управление так же интегрирован подъем штанги.



Рисунок 43 – EcoControl с управлением джойстиками

Оснащенная камерой система параллельного вождения комбинирует живую картинку с графически представленными линиями, которым водитель может легко следовать. При этом система поддерживает параллельное вождение как по прямым, поворотам, окружностям, так и по последнему проходу.

Терминал Matrix связан с Ecospray управлением через шину CANBUS сопряжение и имеет USB разъем для экспорта данных, так что выдавать и обрабатывать в форме „pdf“ документа и отчеты. Данные GPS могут так же экспортироваться в форматах „kml-“ или „shape-“, импортироваться и графически изображаться в GoogleEarth.

Блок управления EcoControl напрямую соединен с терминалом Ecospray и функционирует с гидравлической системой трактора или с системой LoadSensing. Уже имеющиеся полевые опрыскиватели Сириус с управлением Ecospray могут быть переоборудованы для более простого управления.



Рисунок 44 – Matrix, EcoControl и компьютер Ecospray в кабине трактора

С помощью TeejetMatrix 570G LEMKEN предлагает так же Монитор-систему параллельного вождения для Сириуса, которая в совокупности с компьютером Ecospray предлагает ряд важнейших функций. Перед началом работы определяются границы поля. Затем система Matrix автоматически включает секции штанг опрыскивателя. Таким образом, работа опрыскивателя может быть оптимизирована на неровностях или клинообразных поворотах. Через DGPS сигнал с корректировкой EGNOS точность системы Matrix находится в пределах +/- 30 см.

Комплект параллельного вождения Matrix поставляется с GPSантенной, креплением и соединительным кабелем Ecospray. Система Matrix, не связанная с компьютером Ecospray, может также применяться с другими агрегатами, например, с культиваторами или разбрасывателями удобрений в качестве только системы параллельного вождения.

LEMKEN представляет также систему контроля потока в опрыскивателях. Каждая форсунка под контролем



Рисунок 45 – Matrix Терминал

В большинстве случаев тракторист не может видеть всю штангу опрыскивателя, таким образом, многие нарушения работы форсунок остаются незамеченными. Системы контроля, при которых подсвечивается конус распыла, делают трудным безошибочное определение неисправной форсунки, так как неисправность определяется только во время опрыскивания. Все изменяет новая система контроля потока жидкости на каждой форсунке от LEMKEN. В случае неисправности, к примеру, в результате загрязнения, на блоке управления опрыскивателя показывается соответствующая форсунка. Эта новая технология была отмечена Немецким сельскохозяйственным обществом (DLG) на международной выставке Агротехника 2011 серебряной медалью.

Датчик в электрическом клапане форсунки контролирует поток баковой смеси в каждой отдельной форсунке. В случае неполадки одновременно с изображением на терминале звучит аварийный сигнал. Таким образом, водитель каждый раз четко видит неполадки, он может сразу очистить или поменять идентифицированную системой форсунку. Через терминал управления можно индивидуально контролировать все без исключения форсунки, даже те которые не видны с сидения водителя, так как закрыты баком.

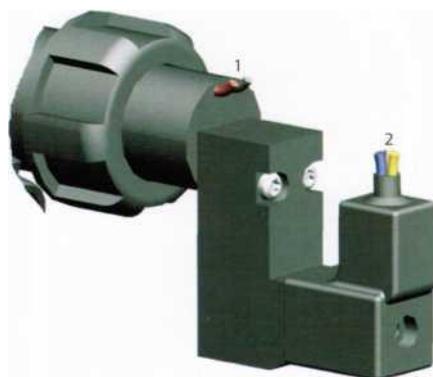


Рисунок 46 – Клапан форсунки (1) с сенсором контроля потока(2)

Решающим преимуществом является то, что водитель не зависимо от времени суток и освещения может работать с четким и в полном объеме осуществляемом контроле форсунок, что приводит к значительно более эффективному использованию оптимального времени для внесения средств защиты рас-

тений. Контроль потока в форсунке будет введен как дополнение к электрическому включению каждой форсунки для прицепного опрыскивателя Вега и навесного опрыскивателя Сириус.

Контроль скорости потока в форсунках привносит существенное облегчение работы водителя. Для контроля качества опрыскивания он не должен больше постоянно смотреть назад, а может сконцентрироваться на точной и уверенной езде. Предотвращается потеря урожая из-за неравномерного распределения средства для опрыскивания.



Рисунок 47 – Вентиль форсунки с сенсором контроля потока

Предприятия, которые остановились на максимальной рабочей ширине в 30 метров, найдут в Евро-Трейне легко управляемый и надежный прицепной опрыскиватель с объемом бака от 2830 до 6350 литров. Этим опрыскивателям присущи:



Рисунок 48 – Удобный в обслуживании прицепной опрыскиватель Евро-Трейн с проверенными алюминиевыми штангами

- наглядная система управления одним рычагом в центре переключения позволяет безошибочный выбор всех функций насоса в диапазоне нагнетания и всасывания;
- уникальная, испытанная система алюминиевых штанг с шириной от 15 до 30 метров с оптимальным распределением веса и надежной защитой форсунок.
- точное ведение штанг параллельно почве и поперечное распределение благодаря навеске штанги на раме парасоль-маятник;



Рисунок 49 – Проверенная и износоустойчивая конструкция штанги из алюминиевой трубы

- стабильная компактная рама из устойчивого к скручиванию стального профиля и гладкая нижняя поверхность агрегата обеспечивают большой дорожный просвет свыше 700мм (в зависимости от шин) и, тем самым, не повреждают даже высокую растительность;
- компьютер Spraydos компании Мюллер в базовой комплектации. богатая базовая комплектация с широкими брызговиками и размещенным над ними большим баком чистой воды общим объемом 560 литров.
- Перечень дополнительной комплектации позволяет дооснастить опрыскиватель до технологии ISOBUS или автоматического управления крыльями штанги;



Рисунок 50 – Устойчивые к скручиванию штанги при складывании

Прицепной опрыскиватель Примус.



Рисунок 51 – Вид прицепного опрыскивателя Примус.

Примус сочетает в себе большую производительность и высокое качество во всех вариантах исполнения и является, прежде всего, для больших растениеводческих хозяйств, превосходной комбинацией профессиональной защиты растений при высокой эффективности и максимальной экономичности. Все это было достигнуто благодаря особой концентрации внимания на существенных и важных для опрыскивания функциях и сокращении разнообразных вариантов.



Рисунок 52 – Система складывания штанги прицепного опрыскивателя Примус

Отличительными особенностями данного прицепного опрыскивателя являются:

- компактность с небольшой транспортной шириной и высотой для максимальной маневренности;



Рисунок 53 – Короткое дышло для точного следования по колее

- оптимальный, практический комфорт управления для легкого использования;
- износостойкий и прочный бак из армированного стеклопластика, на выбор предлагаются три варианта объемом от 2.400 до 4.400 литров;
- штанги из стойкого к кручению Z-образного профиля с электрическим устройством выравнивания на склоне для штанг шириной от 15 до 33 метров в базовой комплектации.



Рисунок 54 – Безопасное положение, также для длинных форсунок

- в базовую комплектацию входит компьютер Teejet 844 E, по выбору компьютер Spraydos от фирмы Мюллер, включая циркуляционную систему для рабочего раствора.
- различные виды сцепки благодаря нескладываемому дышлу с фланцевой пластиной.

Профессиональный прицепной опрыскиватель Альбатрос.

Альбатрос имеет большое количество вариантов оснащения и делает возможным оптимальный подбор опрыскивателя под индивидуальные требования хозяйства. Таким образом, совмещаются профессиональная защита растений с максимальной экономической эффективностью.

Отличительной характеристикой Альбатроса является:

- компактная форма опрыскивателя и низкое расположение центра тяжести. Это приводит к высокой устойчивости и позволяет безопасную транспортировку по дорогам общего пользования;

- новый бак из стеклопластика с гладкой внутренней поверхностью объемом от 2.200 до 6.200 литров со встроенным баком чистой воды. Оптимальное распределение веса при любой степени заполнения благодаря удачной форме бака;

- быстрое, безопасное введение средств защиты растений благодаря смешивающему устройству большого объема. Складываемая форсунка для легкого промывки канистр, а также перемешивающая форсунка в базовой комплектации.

- уникальная штанга из Z-образного профиля, устойчивого к скручиванию, с рабочей шириной от 15 до 39 метров и оптимальным расположением трубопроводов в профиле штанги;



Рисунок 55 – Альбатрос с воздушной поддержкой AirVac

- Универсальное дышло для высокого комфорта движения с далеко сзади расположенным центром вращения, гарантирующим минимальную потерю устойчивости. Дышло имеет обширные варианты до- и переоснащения для оптимального агрегатирования с трактором.



Рисунок 56 – Совпадение колеи при использовании поворачиваемого дышла

Таблица 6 - Технические характеристики опрыскивателей фирмы
LEMKEN

ЕвроЛюкс	ТМ			ТL/TLE		
Модель	800	1000	1200	800	1000	1200
Объем бака (около л)	890	1.100	1.290	890	1.100	1.290
Вес агрегата (пр. кг) со штангами	850SPH1 2	900SPH 15	950SPH 15	850SPH12	900SPH15	950SPH15
Макс. производительность насоса (л/мин)	142	142	226	142/226 (Опция)	142/226 (Опция)	142/226 (Опция)
Штанги-возможная ширина захвата (м)	12 от 15	12 от 15	12 от 15	12 от 21	12 от 21	12 от 24
Штанги-выпускаемые типы	SPSPH	SPSPH	SPSPH	SPSPHSH	SPSPH SH	SPSPH SH
Сириус 8						
Модель	900	1300	1600	1900		
Фактический объем бака (пр. л.)	950	1.370	1.680	2.000		
Вес агрегата (пр. кг) со штангами	915 с HE 15	930 с HE 15	995 с HE 15	1.010 с HE 15		
Максимальная производительность насоса (л/мин)	200	200	200	200		
Штанги-возможная ширина захвата (м)	12 от 15	12 от 15	12 от 15	12 от 15		
Штанги-выпускаемые типы	HE	HE	HE	HE		
Сириус 10						
Модель	900	1300	1600	1900		
Фактический объем бака (пр. л.)	950	1.370	1.680	2.000		
Вес агрегата (пр. кг) со штангами	1.240 с SEH 15	1.255CS EH15	1.435 с SEH 21/17	1.450 с SEH 21/17		
Максимальная производительность насоса (л/мин)	200/250 (Опция, SEH)	200/250 (Опция, SEH)	200/250 (Опция,SEH) 200/250 (Опция, SEH)			
Штанги-возможная ширина захвата (м)	12 от 24	12 от 24	12 от 30	12 от 30		
Штанги-выпускаемые типы	HESEH	HESEH	HESEH	HESEH		
ЕвроТрейн						
Модель	2600 TC	3500 TC	5000 TC	6000 TC		
Фактический объем бака (пр. л.)	2.800	3.850	5.300	6.350		
Вес агрегата (пр. кг) со штангами	2.765 с SHS 21	3.365 с SHS 21	4.650 с HX 27	5.400 с HX 27		
Максимальная производительность насоса (л/мин)	265	265	2x265	2x265		
Штанги - возможная ширина захвата (м)	15 от 28	15 от 30	24 от 30	24 от 30		
Штанги-выпускаемые типы	SHSHX	SHS HX DLA	HXDLA	HXDLA		
Примус						
Модель	25	35	45			

Продолжение таблицы 6

Фактический объем бака (пр. л.)	2.400	3.300	4.400			
Вес агрегата (пр. кг) со штангами	2.470 с В2715	2.740 с В27 21	3.090 с В30 30			
Максимальная производительность насоса (л/мин)	250	2x160	2x250			
Штанги - возможная ширина захвата (м)	15 от 28	15 от 28	15 от 33			
Штанги-выпускаемые типы	В21 В27	В21 В27	В21 В27 В30 В33			
Альбатрос 9						
Модель	2000	3000	4000	5000	6000	
Фактический объем бака (пр. л.)	2.200	3.000	4.000	5.000	6.200	
Вес агрегата (пр. кг) со штангами	2.670сВ2715	2.850 с В2715	3.260 с В27 27	3.630 с В30 27	4.950 с В36 36	
Максимальная производительность насоса (л/мин)	250	2x160	2x250	2x250	2x250	
Штанги - возможная ширина захвата (м)	15 от 28	15 от 28	15 от 33	15 от 39	15 от 39	
Штанги-выпускаемые типы	В21 В27 В30	В21 В27 В30	В21 В27 В33	В21 В27 В33 В36 В39	В21 В27 В33 В36 В39	

Блоки управления опрыскивателями.

Высокий комфорт управления и простота для понимания пользователя - это основные требования, которым соответствуют все блоки управления полевых опрыскивателей LEMKEN. Найти правильную технику для каждого потребителя в компании LEMKEN очень просто. Наряду с электронным управлением LEMKEN Easyspray, Вы можете выбрать компьютеры Spraydos и LEMKEN Ecospray. Они соотносят количество вносимого рабочего раствора со скоростью движения опрыскивателя.



Рисунок 57 – Блок управления опрыскивателем

Для управления с помощью технологии ISOBUS LEMKEN предлагает на выбор четыре блока управления. При этом блок управления LEMKENCCI200 выделяется простотой для пользователя и высокой совместимостью. Для применения автоматического выключения секций опрыскивателя рекомендуется блок управления Comfort-Terminal с технологией GPS. Также полевые опрыскиватели Сириус, Примус, Альбатрос и ЕвроТрейн доступны в оснащении ISOBUS с прямым подключением на имеющийся блок управления ISOBUS в тракторе.

2.2.3 Опрыскиватели фирмы AMAZONE

Фирма «Amazone» (Германия) производит опрыскиватель UX 3200 «Special» с шириной штанг 24 м, а также поставляет машины производства «Amazone - Евротехника»: прицепной опрыскиватель UR 3000 и навесной опрыскиватель UF 901.

Опрыскиватели UX 3200 «Special» имеют компактный гладкий рабочий бак с низким центром тяжести. Параллелограммная навеска штанг с гидравлическим регулированием наклона обеспечивает стабильную работу на высоте 0,5 - 2,5 м от поверхности почвы.

Гидравлически управляемое дышло с помощью электронной системы Trail-tron (рис. 58) обеспечивает точное движение по колее за трактором, чем предотвращает ее повреждение.

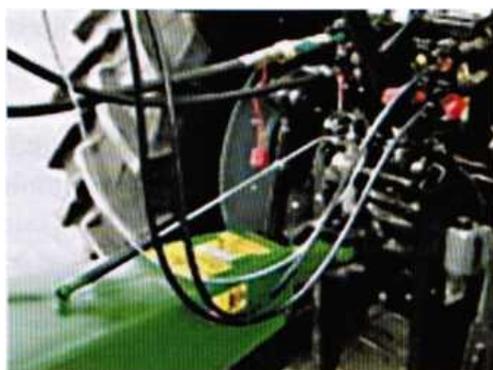


Рисунок 58 – Электронная система управления дышлом Trail-tron

Терминал управления Amatron осуществляет полностью автоматическую регулировку заданной нормы расхода рабочей жидкости, совместим с системой ISOBUS и параллельный интерфейс для подключения терминала GPS и датчиков контроля азота в почве Hydro-N или Yara-N.

Серийный электрический датчик уровня обеспечивает постоянный контроль наполнения рабочего бака. Система управления штангами Profi I осуществляет регулировку высоты, раскладывание/складывание, одностороннее складывание с уменьшенной скоростью (максимально 6 км/ч), уменьшение штанг, регулировку наклона. Управление производится особенно комфортно с помощью многофункциональной рукоятки.

Отличительной особенностью опрыскивателя UX 3200 «Special» является наличие системы Pre-Mix для смешивания рабочего раствора во время работы. Смешивание производится из предварительной смеси препаратов для опрыскивания, которая перевозится в отдельной емкости, и чистой воды, хранящейся в главном баке. Новая система имеет вместо шлюза для подачи промывочной жидкости центральный бак для предварительного смешивания, что повышает производительность и точность работы при внесении средств защиты растений. При традиционном способе опрыскивания норму внесения можно корректировать, изменив количество подаваемого рабочего раствора. При работе в оптимальном диапазоне давления это возможно в ограниченных пределах. С помощью Pre-Mix предварительное смешивание действующего вещества в отдельной емкости и приготовление готовой смеси с чистой водой во время внесения дает возможность форсункам всегда работать с оптимальными характеристиками распыления. Кроме того, количество действующего вещества постепенно может уменьшаться до нуля литров на гектар. Система является новой дозирующей, обеспечивающей прецизионное дифференцированное внесение средств защиты растений.

Другим новшеством, применяемым в опрыскивателях серии UX, является бортовая компьютерная система GPS-Switch (рис. 59), соединенная с приемником GPS. С ее помощью можно производить переключения в точно намеченном месте (включение и отключение, включение определенных линий) на разворот-

ной полосе, краю поля или при переезде препятствий. Концевые секции штанг, распределительные магистрали и характеристика распределения каждого агрегата учитываются автоматически. При первом объезде поля определяются границы поля. Учитывая эти границы, компьютер в зависимости от параметров сельскохозяйственного агрегата определяет, в каком месте поля ему включить или отключить агрегат или каким образом изменить ширину захвата. Система работает независимо от технологической колес и предусматривает крайние полосы, которые, например, по причине соблюдения дистанции должны оставаться необработанными.

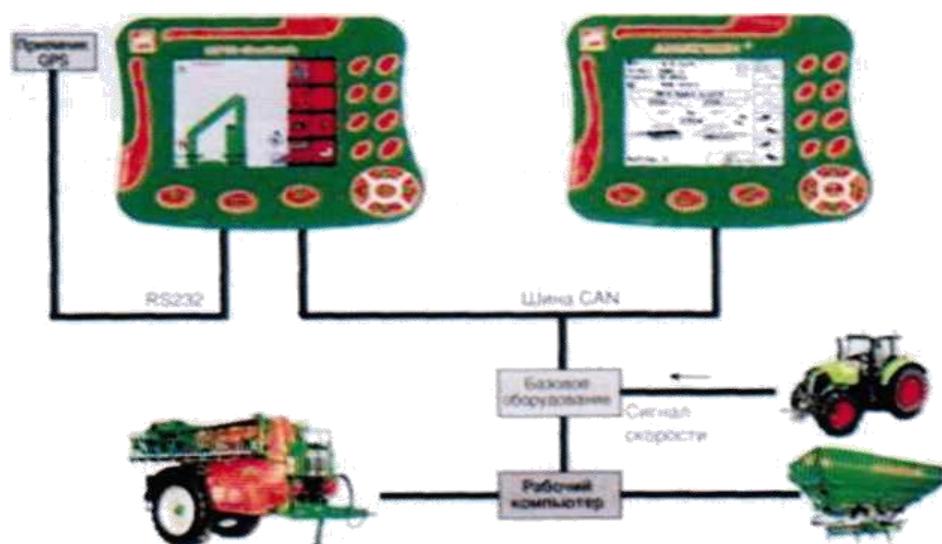


Рисунок 59 – Схема работы системы GPS-Switch фирмы «Amazone»

Прицепной опрыскиватель UR 3000 адаптирован к российским условиям и может обрабатывать большие площади. Комплектуется штангами с гидравлическим управлением положения и гидравлическим регулированием высоты опрыскивания. Имеется возможность включения различного числа секций из кабины трактора. Рабочий бак оснащен гиромешалкой и пеногасителем.

Управление всеми функциями опрыскивателя осуществляется с помощью терминала Amaset. Его серийными функциями являются цифровая индикация давления, общее и посекционное управление штангами, электрическое регулирование давления. Современные электромеханические клапаны с функцией сброса давления обеспечивают быстрое переключение режимов опрыскивания без каплеобразования.

Существенная особенность опрыскивателя – возможность оснащения его навигационной системой параллельного вождения AgGPS EZ-Guide Plus (рис. 60), обеспечивающей экономию ТСМ и ядохимикатов – до 20%, повышение производительности и урожайности, возможность работы ночью, избежать пропусков и перекрытий. Система параллельного вождения позволяет также снизить утомляемость водителя и повысить качество выполняемых работ.

Навесные опрыскиватели UF 901 отличаются маневренностью и простотой управления при высокой производительности. Они имеют узкий, с оптимально расположенным центром тяжести резервуар, поставляются со штангами Q-plus с захватом шириной 12-18 м и со штангами Super-S с захватом 15-28 м. Все штанги благодаря специальной профильной конструкции очень прочные и легкие. Легкая конструкция позволяет использовать тракторы малой мощности. Для безопасного и быстрого передвижения по дорогам штанги удобно складываются до ширины 2,40 м. Угол наклона штанг регулируется из кабины трактора с помощью бортового компьютера Amatron.

Рабочий бак оснащен гидравлической мешалкой и ротационным соплом для внутренней очистки. Как и в остальных опрыскивателях фирмы, в мод. UF 901 используется циркуляционная система заполнения трубопровода рабочим раствором.

Перед началом работы все трубопроводы продуваются в обратном направлении под давлением, в результате они всегда наполнены и сразу готовы к работе по всей рабочей ширине захвата так, что на разворотной полосе не возникают простои.



Рисунок 60 – Прицепной опрыскиватель UR 3000 с системой параллельного вождения

Бортовой компьютер Amatron полностью автоматизирует регулировку заданной нормы внесения рабочего раствора. Как и в мод. UX 3200 «Special», он совместим с системой ISOBUS и имеет параллельный интерфейс для подключения терминала GPS и датчиков контроля азота в почве Hydro-N или Yara-N.

Навесной опрыскиватель UF 901.

Сверхлегкая профильная конструкция.

Все навесные опрыскиватели UF с объемом бака до 1800 л имеют лёгкую и тем не менее очень прочную раму, а также узкий бак с оптимальным центром тяжести.

Навесной опрыскиватель UF 1201



Рисунок 61 – Вид навесного опрыскивателя UF 1201

Гидравлически складываемые штанги Super-S шириной от 15 до 28 м обладают сверхмалой транспортной шириной (всего 2,4 м). За счет функции выбора складывания или системы складывания «Profi» предоставляются многочисленные возможности для складывания и установки штанг под углом.



Рисунок 62 – Вид гидравлически складываемой штанги Q-Plus шириной до 15 м в сложенном состоянии

Центр управления агрегатом UF расположен в центральной части слева. Для управления всеми функциями достаточно всего трёх вентиляй.



Рисунок 63 – Пост управления опрыскивателя *UF 1201*

Гидравлически складываемые штанги Q-Plus шириной от 12 до 15 м в серийном исполнении складываются влево по отношению к направлению движения.

Таблица 7 – Характеристика опрыскивателей *UF*

Объём бака	900 л/1200 л/
	1500 л/1800 л
Ширина захвата	от 12 м до 28 м



Рисунок 64 – Вид опрыскивателя серии *UF* в работе

Все штанги AMAZONE благодаря специальной конструкции профиля являются одновременно сверхпрочными и сверхлегкими. Они оснащены конусообразными шарнирами без пресс-масленок и практически не требуют ухода.

Фронтальный бак FT 1001.

Доступная альтернатива самоходному опрыскивателю. Система менеджмента баковой смеси FlowControl на бортовом компьютере AMATRON 3 обеспечивает её оптимальную гомогенизацию в обоих баках в зависимости от уровня заполнения.



Рисунок 65 – Конструкция штанги опрыскивателя *UF*

Современные полиэтиленовые баки округлой формы обеспечивают высокое качество смешивания и очистки, а также минимизируют количество оставшегося препарата.



Рисунок 66 – Современный полиэтиленовый бак
Фронтальный бак FT 1001 с UF 1801 и штангой Super-S.



Рисунок 67 – Вид опрыскивателя с фронтальным баком FT 1001 с UF 1801 и штангой Super-S

Исполнение с фронтальным баком наиболее эффективно на малых площадях, в качестве более манёвренной альтернативы прицепному опрыскивателю. Благодаря большому объёму заправки система FT 1001 с фронтальным баком обеспечивает производительность на уровне прицепного опрыскивателя или самоходного агрегата.



Рисунок 68 – Вид опрыскивателя FT 1001 в работе

Форма бака была подобрана таким образом, чтобы как на дороге, так и в поле при обработке пропашных культур ничего не мешало обзору.



Рисунок 69 – Фронтальный бак FT 1001

Бортовой компьютер AMATRON 3 управляет распределением раствора между баками. При достижении уровня раствора в основном баке



Рисунок 70 – Схема управления с помощью бортового компьютера АМАТРОН 3

Таблица 8 – Технические характеристики опрыскивателей FT

Объем бака, л	1000
Ширина захвата, м	12-28

Особые преимущества маневренных тракторов на небольших площадях, а также при движении по склону являются хорошими аргументами в пользу решения с фронтальным баком.



Рисунок 71 – Вид опрыскивателя FT 1001 в работе

Прицепной опрыскиватель UX.

UX с максимальным номинальным объёмом бака 6200 л и шириной захвата до 40 м имеет очень компактные размеры. Опрыскиватель является манёвренным, лёгким в обращении и, благодаря оптимальному демпфированию штанг, предназначен для эксплуатации с максимальной скоростью опрыскивания и транспортировки.



Рисунок 72 – Вид прицепного опрыскивателя UX 4200 Super

Компактный, абсолютно гладкий бак, без углов и перегородок обладает очень низко расположенным центром тяжести.



Рисунок 73 – Вид компактного, абсолютно гладкого бака



Рисунок 74 – UX 6200 Super с двойным насосом

Все элементы управления находятся слева по отношению к направлению движения, их расположение логично и удобно.

Большой откидной промывочный бак с кольцевым трубопроводом и тремя дополнительными форсунками хорошо приспособлен к эксплуатации со всеми химическими препаратами. Вращающаяся форсунка для промывки канистр работает очень эффективно.



Рисунок 75 – Вид расположения элементов управления и откидного промывочного бака

Рулевое управление при помощи поворотной оси обеспечивает особенно плавное положение штанг и повышенную устойчивость во всех ситуациях дорожного движения. Система управления TrailTron обеспечивает точное, след в след, движение по инерции.



Рисунок 76 – Вид задних управляемых колёс

Прицепной опрыскиватель UX 5200 Super.

Складывание Profi - это электрогидравлическое управление штангой. Функции настройки по высоте, раскладывания/складывания, одностороннего складывания, уменьшения ширины захвата штанги и регулировки по наклону (складывание Profi 1) управляются просто посредством терминала AMATRON 3.



Рисунок 77 – Вид прицепного опрыскивателя UX 5200 Super

Дополнительная регулировка по наклону возможна со складыванием Profi2.



Рисунок 78 – UX 3200 Special с одним насосом

Все на месте: Штанга плотно, без люфта сидит в транспортном положении. Удары амортизируются при работе в поле и транспортировке при помощи параллелограммной подвески. Комфорт в чистом виде обеспечивает в первую очередь долговечность штанг.



Рисунок 79 – Вид транспортного положения опрыскивателя

Штанги Super-L длиной от 21 до 40 м имеют транспортную ширину всего лишь 2,6 м и очень компактно складываются рядом с баком, не занимая много места. Обладая транспортной высотой не более 3,8 м, УХ остаётся очень компактным и с большими шинами (18.4R46).



Рисунок 80 – Варианты складывания штанги

В качестве альтернативы на УХ можно использовать классические штанги Super-S длиной от 18 до 28 м. Благодаря системе контроля высоты автоматически поддерживается параллельное положение всех штанг относительно обрабатываемой поверхности.

Благодаря параллелограммной подвеске УХ высота опрыскивания составляет от 0,5 до 2,5 м. Конструкция подвески штанги оптимально удерживает её в горизонтальном положении.



Рисунок 81 – Диапазон изменения высоты установки штанги с помощью параллелограммной подвеске

Таблица 9 – Техническая характеристика опрыскивателей

UX 3200 Special,		UX 4200 Special с одним насосом
Объем бака	3200 л	4200 л
Ширина захвата	от 18 м до 30 м	от 18 м до 30 м
UX 3200 Super		UX 6200 Super с двойным насосом
Объем бака	3200 л	6200 л
Ширина захвата	от 18 до 40 м	от 18 до 40 м

Прицепной опрыскиватель UX 11200.

Новые масштабы в сфере техники для защиты растений.

Для всех UF, UG и UX имеется диодная подсветка отдельных форсунок для целенаправленного освещения области опрыскивания в тёмное время суток.



Рисунок 82 – Диодная подсветка области опрыскивания

AMAZONE предлагает опрыскиватель UX 11200 с объёмом бака 12.000 л с тандемной осью при высоких требованиях к производительности.

Штанга Super-L имеет ширину захвата от 24 м до 40 м. Мощные насосы обеспечивают производительность всасывания 900 л/мин.



Рисунок 83 – Прицепной опрыскиватель UX 11200

Всегда щадящее, плавное ведение штанг и оптимальный комфорт при вождении за счёт комбинации подрессоренного дышла Hitch, гидропневматического шасси и управляемой оси.



Рисунок 84 – Система маневрирования с использованием комбинации подрессоренного дышла Hitch, гидропневматического шасси и управляемой оси

Опрыскиватель UX 11200 может быть оснащён сдвоенной осью DoubleTrail с электронной регулировкой. Опрыскиватель идёт строго по следу трактора, во избежание повреждений колеи.

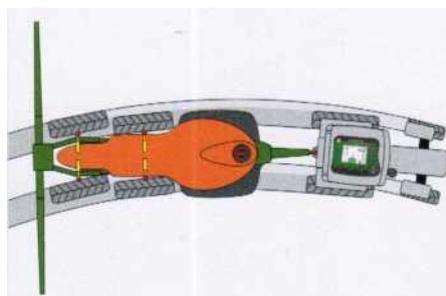


Рисунок 85 – Опрыскиватель идёт строго по следу трактора

С помощью сопла мобильной мойки можно на поле провести основательную наружную очистку любого опрыскивателя AMAZONE сразу после работы.



Рисунок 86 – Наружная очистка любого опрыскивателя AMAZONE в поле сразу после работы

Таблица 10 – Техническая характеристика опрыскивателя UX 11200

Объём бака	11200 л
Ширина захвата	от 24 м до 40 м

Поставляемая со многими орудиями AMAZONE камера заднего вида служит прежде всего для безопасности при маневрировании. Она является также вспомогательным средством контроля функций 8 внутренних форсунок позади опрыскивателя. Это возможно благодаря пригодности камеры к работе в ночное время и наличию обогреваемого объектива камеры.



Рисунок 87 – Камера заднего вида опрыскивателя

Прицепной опрыскиватель UG.

Прицепной опрыскиватель UG это хорошо зарекомендовавшая себя техника для длительной эксплуатации в самых тяжёлых условиях.



Рисунок 88 – Прицепной опрыскиватель UG 3000 Super в рабочем положении

Широкая профильная стальная рама, компактный бак и прочная профильная конструкция штанг обеспечивают соответствующую его массе устойчивость.

За счёт этого UG одновременно чрезвычайно прочен и лёгок. Все шланги проложены в раме и профилях и надёжно защищены.



Рисунок 89 – Прицепной опрыскиватель UG 3000 Super в транспортном положении

Удобный пульт управления, расположенный в передней части слева, позволяет быстро и безошибочно выполнять все переключения.



Рисунок 90 – Вид удобного пульта управления опрыскивателя UG 3000 Super

Дышло равного следа, универсальное дышло, дышло «Hitch» или дышло с тяговой серьгой с гидравлической корректировкой позволяют предотвратить образование лишней колеи. Тормозная система поставляется по заказу.



Рисунок 91 – Вид дышла с гидравлической корректировкой

Регулировка ширины колеи, большой дорожный просвет и гладкая нижняя поверхность машины обеспечивают эксплуатацию без нанесения вреда растениям.



Рисунок 92 - Особенности ходовой системы опрыскивателя

С системой принудительной циркуляции (DUS), которая подходит ко всем опрыскивателям AMAZONE. Концентрация распределяемого препарата остаётся постоянной до самой форсунки. Возможна промывка чистой водой всей напорной системы вплоть до форсунки.



Рисунок 93 – Вид форсунок и принудительной системы циркуляции DUS

Таблица 11 – Техническая характеристика прицепных опрыскивателей серии UG

UGSpecial с одним насосом / UGSuper с двойным насосом	
Объём бака	2200 л/3000 л
Ширина захвата	от 15 м до 28 м

Самоходные опрыскиватели Pantera и Pantera-H. совмещают в себе энергичность и интеллект.

Современнейшие технологии и системы менеджмента объединены в этом самоходном опрыскивателе. Оснащенная для высокоскоростного внесения средств защиты растений «SpeedSpraying со скоростью до 20 км/ч», Pantera на поле работает очень быстро. А на дорогах общего пользования развивает максимальную скорость 50 км/ч.

Для работы на высоких посевах кукурузы или подсолнечника AMAZONE предлагает самоходный опрыскиватель Pantera 4502-H с гидравлической регулировкой по высоте для шасси.



Рисунок 94 – Самоходный опрыскиватель Pantera 4502



Рисунок 95 – Вид самоходного опрыскивателя Pantera 4502-Н для работы на высоких посевах кукурузы

Уникальное тандемное шасси Pantera обеспечивает не только спокойное горизонтальное положение штанг при наезде на неровности, но и одновременно гарантирует стабильность на склонах. Кроме того, шасси с гидропневматической подвеской и регулировкой уровня обеспечивает механизатору повышенный комфорт при работе.



Рисунок 96 – Вид тандемного шасси

Одним из важнейших преимуществ Pantera на практике является большой клиренс 1,2 м.



Рисунок 97 – Работа высококлиренсного опрыскивателя на посевах кукурузы

Благодаря серийной, полностью автоматической регулировке ширины колеи от 1,8 м до 2,4 м (с широкими шинами и до 2,6 м) Вы можете быстро реагировать на особенности той или иной культуры.



Рисунок 98 – Возможность автоматической регулировки колеи

Несмотря на размеры машины, минимальный радиус разворота Pantera составляет всего 4,5 м при рулевом управлении всеми колёсами. Это становится возможным благодаря короткой базе и большому углу поворота колёс.



Рисунок 99 – Параметры траектории поворота опрыскивателя Pantera

Самоходный опрыскиватель Pantera 4502 с компактной конструкцией и управлением всеми колёсами.

При длине 8,4 м, высоте 3,8 м и ширине 2,55 м полевой опрыскиватель AMAZONE с мощностью двигателя 218 л.с. выглядит очень компактно. Расположенная впереди комфортная кабина облегчает работу механизатора. Позади кабины установлены бак вместимостью 4500 литров и штанга Super-L с шириной захвата до 40 м, благодаря которым при благоприятных условиях можно достичь часовой производительности свыше 20 га.



Рисунок 100 – Вид самоходного опрыскивателя Pantera 4502 с компактной конструкцией и управлением всеми колёсами

Кабина Pantera - с высококлассным оснащением, хорошей обзорностью и повышенным комфортом управления.



Рисунок 101 – Расположение органов управления в кабине опрыскивателя Pantera 4502

SOBUS-терминал AMAPAD: С ISOBUS-терминалом управления AMAPAD компания AMAZONE предлагает современнейшую консоль управления функциями раствора и штанги с учётом точного земледелия PrecisionFarming, а также такими функциями, как системы руления и переключение секций.



Рисунок 102 – Вид SOBUS-терминала AMAPAD

За счёт оптимизированной регулировки числа оборотов Pantera всегда работает с наибольшей эффективностью топлива. Управление с модулем ESO на терминале AMADRIVE позволяет двигателю, в зависимости от ситуации, выбрать оптимальный крутящий момент и оптимальное число оборотов.



Рисунок 103 – Вид двигателя опрыскивателя Pantera 4502

За счет многофункционального джойстика AmaPilot и терминала AMADRIVE опрыскиватель Pantera очень удобен и прост в управлении.



Рисунок 104 – Вид джойстика AmaPilot и терминала AMADRIVE

С практичными и обзорными терминалами управления AMATRON 3, CCI или AMAPAD Вам понадобится только один терминал для управления различными функциями штанги и опрыскивания.



Рисунок 105 – Вид обзорного терминала управления AMATRON 3

Таблица 12 – Техническая характеристика опрыскивателя Pantera 4502

Объём бака	4500 л
Ширина захвата	от 21 м до 40 м

2.2.4 Опрыскиватели фирмы Kverneland (Нидерланды)

Прицепные опрыскиватели RAUExplorer.

Прицепные опрыскиватели RAUExplorer соответствуют законодательству и всем современным требованиям по охране окружающей среды к опрыскивателям сельскохозяйственных культур.



Рисунок 106 – Вид опрыскивателя RAUExplorer

Машина снабжена высокотехнологичными системами регулирования (система управления потоком FMC), включая усовершенствованные системы управления промывкой и заполнением бака.

Прицепные опрыскиватели RAUExplorer имеют раздвижную ось колеса:

обод с внутренней стороны колеса - для колеи от 150 см до 180 см, обод с наружной стороны колеса - для колеи от 180 см до 225 см. Варианты ширины захвата 15-30 м. Агрегатируются с тракторами МТЗ класса 1,4.

Прицепные опрыскиватели RAUExplorer A-28, 2800 л.

Таблица 13 - Технические характеристики опрыскивателей RAUExplorer

Производительность, га/ч	До 24
Ширина захвата, м	15-24
Рабочая скорость, км/ч	до 10
Максимальный объем бака, л	2800
Номинальный объем бака, л	2400
Встроенный бак для промывки системы и для разжижения остатка, л	360
Максимальная высота опрыскивания, м	2,30
Масса, кг	2400
Требуемая мощность, л.с.	80
Страна-производитель	Нидерланды

Прицепные опрыскиватели RAU Explorer.

Система балансировки штанги HSS18-24 м с двухшарнирным устройством, предотвращающим раскачивание. Штанга свободно балансирует на вершине мая шика, а также может поворачиваться вокруг центральной оси, благодаря этому штанга автоматически адаптируется к работе на холмистой местности и остается устойчивой на неровностях.



Рисунок 107 – Система балансировки штанги HSS18-24

Стальная штанга HSS (длина от 18 м до 30 м) - это результат разработок KvernelandRau, который отвечает всем параметрам идеальной штанги для опрыскивания. Состоящая из трех секций конструкция штанги устойчива к раскачиванию.



Рисунок 108 – Вид стальной штанги HSS

Имеются регулируемые блокирующие устройства, механические стопорные устройства и закрытые цилиндры для подавления раскачивания. Трубопроводы из нержавеющей стали и оптимально проложенные шланги являются гарантией отличного качества опрыскивания. Смазывающиеся подшипники и шарниры обеспечивают долгий срок службы машины.

Компьютер-регулятор потока для FMC - дистанционное управление из кабины для программирования давления в зависимости от скорости. Дисплей отображает скорость движения, расход литров в минуту, количество литров/гектар, пройденный путь, ширину захвата.

Компьютер может хранить данные в памяти о 20 полях. Автоматическое заполнение и промывка, выключение системы перемешивания для минимального остатка жидкости в баке.

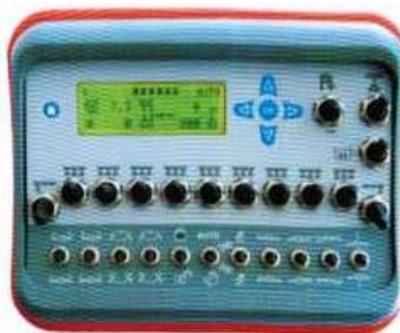


Рисунок 109 – Вид бортового блока управления опрыскивателя

2.2.5 Опрыскиватели фирмы JohnDeere

Фирма «John Deere» (США) рекламировала прицепные опрыскиватели серии 700 (рис. 1.5.6), которые отличаются прочным шасси из усиленных узлов, усовершенствованной двухрычажной подвеской штанги с полиуретановыми

амортизаторами, новым параллелограммным механизмом подъема штанги с Z-образными рычагами, большой номенклатурой штанг различных конфигураций, удобным централизованным постом управления. По выбору они могут комплектоваться различных типов осями с барабанными тормозами, рассчитаны на транспортную скорость до 40 км/ч, имеют ширину колеи 1,5-1,8 или 2-2,25 м, а также раздвижной осью с диапазоном настройки 1,5-2,1 м.



Рисунок 110 – Прицепной штанговый опрыскиватель 740

Тягово-сцепное устройство с системой автоматического подруливания обеспечивает прохождение колес опрыскивателя точно по колее задних колес трактора, уменьшая повреждение растений при развороте в конце гона.

Новая система циркуляции с замкнутым контуром позволяет быстро приступать к работе и экономно расходовать ядохимикаты, поскольку циркулирующая рабочая жидкость промывает клапаны секций (встроенные в штангу), что предотвращает выпадение химикатов в осадок, когда перекрыт главный управляющий клапан. После завершения опрыскивания скорость циркуляции увеличивается, благодаря этому система полностью очищается.

Штанги могут раскладываться на полную ширину захвата, на 3/4 или 1/2 ширины захвата, оборудуются поворотными пятипозиционными держателями распылителей и диафрагменными отсечными клапанами для предотвращения вытекания капель раствора после его подачи в напорные линии штанги. Они также могут оснащаться поворотным переключателем гидропривода регулировки угла наклона для работы на холмистой местности.

Широкий ассортимент блоков управления дает возможность выбрать любой уровень управления. Автоматический блок регулирования расхода EL-4 позволяет контролировать давление в системе опрыскивания, работу главного управляющего клапана, а также до девяти секционных клапанов, установленных на штанге. Вместе с блоками управления EHS-1, EHV-1, EHV-2 он может управлять штангами и тягово-сцепным устройством. В качестве дополнительных могут быть установлены такие функции, как управление наклоном штанг с заранее заданным выравниванием, включение/выключение концевых распылителей. В ходе работы оператор может контролировать скорость движения, давление в нагнетательной магистрали, расход рабочей жидкости, количество внесенного ядохимиката, обработанную площадь.



Рисунок 111 – Навесной штанговый опрыскиватель серии «Eurolux»

Прицепные опрыскиватели JohnDeere.



Рисунок 112 – Вид прицепных опрыскивателей JohnDeere

Прицепные опрыскиватели JohnDeere характеризуют следующие особенности:

- Электронный контроль за процессом опрыскивания;

- Различные насадки с разным диаметром сопловых отверстий для различных видов опрыскивания;
- Мерная линейка для контроля за уровнем жидкости;
- Возможность выборочного отключения секций;
- Копирование рельефа поля.

Таблица 14 – Технические характеристики прицепных опрыскивателей JohnDeere

Модель	624	632	638	824	832	840
Емкость опрыскивателя, л	2400	3200	3800	2400	3200	4000
Ширина захвата опрыскивателя, м	18-28	18-36	18-36	15-30 или 24-30	15-30 или 24-36	15-30 или 24-45
Производители, насоса, л/мин	280	280	460	280 или 2x230	280 или 2x230	280 или 2x230
Мах. высота опрыскивания, см	205	200	200	245	245	245
Min. высота опрыскивания, см	65	50	50	55	55	55
Рекомендуемая мощность, кВт/л.с.	60/80	60/80	от 60/80	от 57/80	от 57/80	от 57/80
Частота вращения ВОМ, об/мин	540	540	540	540	540	540
Транспортная ширина, м	2,76	2,76	2,76	2,55-3,00	2,55-3,00	2,55-3,00
Транспортная высота, м	3,10	3,00	3,00	3,64-3,90	3,64-3,90	3,64-3,90

Самоходные опрыскиватели John Deere.

Компания «Джон Дир» выпускает опрыскиватели, рассчитанные на самых разных потребителей – от хозяйств, возделывающих различные культуры с многочисленными требованиями к опрыскиванию, до коммерческих подрядных предприятий, интенсивно использующих опрыскиватели на больших площадях.

Таблица 15 - Технические характеристики самоходных опрыскивателей JohnDeere

Модель	4720
Двигатель, л	6068Т, 6.8
Мощность, кВт	148-156(202-212 л.с)
Топливный бак, л	360
Система охлаждения, л	24

Продолжение таблицы 15

Картер двигателя, включая фильтр, л	18
Бак гидросистемы, л	64
Рабочая скорость (со стандартными шинами и пустой емкостью для раб.р-ра)	
1-я передача, полный привод, км/ч	0-21,9
2-я передача, полный привод, км/ч	0-28
3-я передача, полный привод, км/ч	0-32,5
4-я передача, полный привод, км/ч	0-47,6
Нижняя передача, км/ч	-
Верхняя передача, км/ч	•
Диапазон регулирования, см	305-386
Система регулировки	Ручная или гидравлическая, независимая
Емкость бака, л	3028
Система быстрого заполнения	5 см. стандарт, 7 см. по заказу
Штанги	
Ширина захвата, м	18,3/24,4 и 18,3/27,4
Диапазон высоты, см	69-220
Складывание	Полностью гидравлическое



Рисунок 113 – Вид самоходного опрыскивателя JohnDeere в рабочем положении

2.2.6 Опрыскиватели фирмы Challenger

Опрыскиватели ROGATOR 1194C и 1396C.



Рисунок 114 – Вид самоходного опрыскивателя *ROGATOR 1396C* в транспортном положении

Опрыскиватели ROGATOR 1194C и 1396C имеют следующее дополнительное оборудование:

- *рабочие фары с галогенными или ксеноновыми лампами;*
- *сиденье с системой VRS;*
- *сиденье на пневмоподвеске;*
- *система параллельного вождения;*
- *система AUTO-GUIDE;*
- *система AUTOBOOM;*
- *ящик с инструментами;*
- *пенный маркер.*

Самоходные опрыскиватели RoGator1194Cи 1396C имеют следующие преимущества:

- способность удовлетворить самые жесткие требования как фермеров, так и подрядчиков, обеспечивая при этом оптимальный результат в самых тяжелых условиях.
- большие скорости обработки, в отличие от малых скоростей, обеспечивают максимальное качество опрыскивания, позволяя каплям рабочего раствора попадать на растения под острым углом. Таким образом большее количество капель рабочего раствора попадает на поверхность растения и меньшее их количество падает на поверхность почвы.
- комбинация мощных двигателей Caterpillar (299 л. с. на RoGator 1194C и 336 л. с. на RoGator 1396C) и гидростатической трансмиссии обеспечивает высокую производительность в любых условиях эксплуатации.

- 4-х скоростная гидростатическая КПП на RoGator 1194С, и 6-ти скоростная гидростатическая КПП на RoGator 1284С обеспечивает максимальный КПД в выбранном диапазоне скоростей.

Таблица 16 - Технические характеристики опрыскивателей RoGator

Модель	RG1194	RG1396
Двигатель	Caterpillar C7-7,2 л, Tier III	Caterpillar C9-8,8 л, Tier III
Номинальная мощность, л.с.	275	311
Максимальная мощность, л.с.	299	336
Топливный бак, л	492	492
Колесная база, м	4,68	4,68
Клиренс, м	1,27	1,27

Благодаря перекрестному гидростатическому приводу "X" и тандемным гидронасосам обеспечивается превосходная проходимость машины.

Пневматическая подвеска обоих мостов опрыскивателя с газонаполненными амортизаторами гарантирует Вам надежный контакт всех четырех колес с почвой, отличную устойчивость и плавный ход машины.

Регулируемая ширина колеи. На заднем и переднем мостах установлен гидравлический механизм изменения ширины колеи, при помощи которого оператор прямо на ходу может изменить колею в пределах 3,05-3,86 м.

Контролер FALKONVT с цветным сенсорным экраном с размером 25 см по диагонали контролирует норму расхода рабочей жидкости, рабочее давление, объем рабочей жидкости в баке, площадь опрыскивания и рабочую скорость машины.

Применение стальных штанг шириной до 36 м, с отличной балансировкой и механизмом отвода, значительно продлевают срок службы и увеличивают надежность.

Комфортабельная кабина расположена в центральной части машины, дает хороший угол обзора и превосходный комфорт для оператора. Кроме того, в кабине установлена трехступенчатая система фильтрации воздуха на основе активированного угля.

Имеется возможность установки дискового разбрасывателя минеральных удобрений NewLeader.

К дополнительным опциям относится:

- На RG 1194: центробежный разбрасыватель минеральных удобрений объемом 5,7 м³; сворачивающийся тент с ручным управлением.
- На RG 1396: центробежный разбрасыватель минеральных удобрений, объемом 5,7 м³; сворачивающийся тент с ручным управлением; пневматический разбрасыватель минеральных удобрений Airmax 180, объемом 5,09 м³, штанга шириной 18 м.

Таблица 17 - Технические характеристики опрыскивателей RG

Модель	RG1194	RG1396
Ширина колеи, м	3,05-3,86	3,05-3,86
Емкость бака, л	4088	4770
Емкость бака для очистки воды, л	416	416
Производительность насоса, л/мин	38-454	37-725
Ширина штанги, м	До 36	До 36
Рабочая скорость, км/ч	16-22	16-22

Опрыскиватели SPRA-COUPЕ 4460-4660.



Рисунок 115 – Вид самоходного опрыскивателя SPRA-COUPЕ в транспортном положении

Опрыскиватели серии Sprа-Coup 4000 имеют большой дорожный просвет и мощность, что позволяет им работать на высоких скоростях.

Они являются воплощением лучших инженерных решений последних 40 лет, благодаря чему имеют высокую производительность и прочность для самой эффективной обработки культур.

Преимущества опрыскивателей серии Spra-Coupe 4000:

- самый легкий в своем классе, что очень актуально для пропашных культур, а также для работы на легких почвах;
- высокий клиренс до 141 см;
- меньше часов распыления и меньше затраты;
- оптимальное использование рабочих часов более подходящих для опрыскивания;
- экономия топлива в связи с малым весом и механическим приводом;
- хороший дизайн, сочетающийся с низким уровнем шума;
- комфортабельная кабина.

Таблица 18 - Технические характеристики опрыскивателей Spra-Coupe

Модель	Spra-Coupe 4460	Spra-Coupe 4660
Масса с заполненным баком, кг	3200	6200
Масса с пустым баком, кг	4550	4550
Клиренс (от рамы до земли), мм	950	1260
Мощность двигателя, л.с.	125	125
Емкость основного бака, л	1576	1576
Ширина штанги, м	Сталь - 24,4 Алюминий 15 - 28	Сталь - 24,4 Алюминий - 18-28
Рабочая скорость, км/ч	от 6 до 28	от 6 до 28
Расход рабочего раствора, л/га	30-300	30-300
Количество секций, шт.	6	5
Высота подъема штанги: Нижнее положение, мм	229 1626	533-1930
Верхнее положение, мм	635-2032	940-2337

Опрыскиватели SPRA-COUPЕ 7460-7660.



Рисунок 116 – Вид опрыскивателя серии *SPRA-COUPЕ*

Опрыскиватели Spra-Coupe 7460 и 7660 продолжают удерживать свое лидерство по количеству новаторских конструктивных решений и непревзойденной производительности, оставаясь мировым лидером среди самоходных опрыскивателей с большим дорожным просветом.

Функция регулирования ширины колеи позволяет оператору на ходу изменять ширину колеи передних и задних колес простым перемещением переключателя, расположенным в кабине.

Производительность центробежного насоса с гидроприводом составляет 322 литра в минуту. Насос в непрерывном режиме обеспечивает необходимый поток раствора химиката. Насос требует минимального техобслуживания.

Таблица 19 - Технические характеристики опрыскивателей серии *SPRA-COUPE*

Модель	Spra-Coupe 7460	Spra-Coupe 7660
Масса с заполненным баком, кг	10700	10900
Ширина колеи, м	1,80-2,25	2,25-3,05
Емкость бака рабочей жидкости, л	2750	2750
Вместимость бака для промывки, л	260	260
Ширина штанги, м	18,3/24,4 3/27 5	18,3/24,4 18,3/27,5
Дорожный просвет, см	До 107	До 122
Мощность двигателя, л.с.	175	175
Рабочая скорость, км/ч	20-25	20-25
Количество секций, шт	5	5
Высота подъема штанги:		
нижнее положение, см	35-179	51-195
верхнее положение, см	75-219	91-235

2.2.7 Опрыскиватели фирмы *Dammann* (Германия)

Прицепные опрыскиватели «Profi Class» фирмы «*Dammann*» (Германия) (рис. 117). Они отличаются тем, что состоят по принципу «конструктора». Этот принцип дает возможность индивидуальной комплектации установки. Каждая модель перед выдачей подвергается тщательному конечному контролю и при положительном результате поставляется клиенту с данными этого контроля и сертификатом StVZO для запуска в эксплуатацию с допустимой скоростью 40 км/ч. Все важные узлы (электроуправление, арматура, насосы и др.) защищены от внешнего воздействия.



Рисунок 117 – Прицепной опрыскиватель «Profi Class»

Гидравлически складываемые штанги, состоящие на 50% из алюминия (для облегчения массы), сконструированы таким образом, что распылители располагаются в защитном коробе (рис. 118, а). Для распылителей используются как одно-, так и многопозиционные держатели. Штанги оснащаются полностью автоматической системой управления с возможностью регулирования высоты и стабилизации положения при работе на склонах. В серийном исполнении опрыскиватели оснащены неподвижным дышлом, но по заказу комплектуются дышлом с автоматическим или ручным управлением для движения «след в след». При необходимости движения по бездорожью используется особая комплектация - пневматическая амортизация осей (рис. 118).



а

б

Рисунок 118 – Опрыскиватель «Profi Class»: а - расположение форсунок на штанге; б - пневматическая амортизация осей

Опрыскиватели могут оснащаться автоматически регулируемой системой промывки, цифровым датчиком контроля уровня жидкости в резервуаре

Tank Control, пультом управления Uni-Control, а также различными бортовыми компьютерами: Basic, Basic- Top, MC 1 Multicontrol. При комплектации бортовым компьютером MC 1 Multicontrol предусматривается возможность использования навигационной системы на базе GPS.

Для улучшения проходимости, устойчивости и возможности увеличения транспортной скорости до 50 км/ч используется комплектация с шасси Тандем с гидроуправляемой задней осью, что обеспечивает движение задних колес по следу передних. Ширина колеи 1900-2250 мм. В зависимости от типа шин дорожный просвет достигает 70 см. Повышению качества обработки, уменьшению сноса рабочего раствора ветром и загрязнения окружающей среды способствует оснащение опрыскивателей дополнительным воздушным рукавом в комплектации Dual-Air-System. В зависимости от ширины захвата штанги мощность вентиляторной установки составляет 45-90 м³/ч.

2.2.8 Опрыскиватели фирмы Caffini (Италия)

Прицепные опрыскиватели фирмы «Caffini» (Италия) серий «Starter» TS и «Baltioe».

Опрыскиватели серии «Starter» TS с захватом шириной 16-18 м и рабочим баком вместимостью 2200- 2800 л предназначены для работы на небольших территориях, характеризуются легкостью и простотой конструкции. Насос производительностью 210- 230 л/мин позволяет тщательно перемешивать рабочий раствор, обеспечивая хорошее качество опрыскивания. Опрыскиватели оснащены системой электроконтроля из кабины трактора и удобной системой регулирования положения штанг, могут оснащаться пневмощтангами, позволяющими уменьшать потери рабочей жидкости, ее снос при работе в ветреную погоду. В серии «Baltioe» используются штанги с захватом шириной 18-24 м и рабочие баки вместимостью 2300, 2700, 3200 л, которые снабжены указателем уровня заполнения, хорошо видимым из кабины трактора. Штанги при довольно большой рабочей ширине легко складываются в транспортное положение с шириной 2,5 м. Шатунно-маятниковая подвеска штанг и механический регуля-

тор угла наклона обеспечивают надежную работу параллельно поверхности почвы в любых условиях. Управление такими функциями, как перекачка рабочего раствора, ополаскивание систем опрыскивания и непосредственно опрыскивание осуществляется с помощью двух главных клапанов, что облегчает управление работой машин. Гидропневматическая подвеска обеспечивает хорошую амортизацию при движении, как по полю, так и по дорогам.

2.2.9 Опрыскиватели фирмы Challenger (Нидерланды)

Устойчивая тенденция развития опрыскивателей для современного земледелия – создание и совершенствование мощной самоходной техники для защиты растений (в целях повышения точности распределения химикатов и выработки агрегатов). Одними из самых высокопроизводительных моделей самоходных опрыскивателей Европы являются опрыскиватели на базе трехколесного шасси «Terra Gator» фирмы «Challenger» (Нидерланды) корпорации «Agco».

Модель «Challenger Terra Gator 8103» оснащена шести цилиндровым дизельным двигателем с турбонаддувом номинальной мощностью 240 кВт. КПП Terra-Shift с возможностью переключения скоростей на ходу имеет 11 передач переднего и три заднего хода. Шаг передач составляет 12,7%, что позволяет точно подобрать оптимальную для работы скорость.

Оператор может выбирать между ручным режимом переключения и режимом Select-Shift, при котором трансмиссия автоматически повышает или понижает передачу в зависимости от оборотов двигателя.

Максимально снизить давление на грунт помогают 10-слойные шины размерностью 66x43.00-25 на передних колесах и 16-слойные покрышки на задней оси.

По заказу может быть установлено устройство дистанционного регулирования давления в шинах. Эта удобная опция дает возможность изменять давление в шинах во время движения, как по дороге, так и по полю.

Кабина закреплена на трех резиновых подушках, оборудована сверхпрочным прямоугольным ветровым стеклом, сиденьем на пневмоподвеске, полно-

стью остекленной дверью, трехступенчатой системой очистки наружного воздуха и кондиционером.

Еще одной особенностью машины является система точного земледелия Falcon II, позволяющая с высокой точностью дозировать расход рабочей жидкости в соответствии с картой особенностей почвы.

В качестве рабочих органов мод. 8103 может комплектоваться кроме опрыскивающей системы дисковым разбрасывателем «New Leader», однобункерным разбрасывателем «AirMax 1000» и многобункерным разбрасывателем «AirMax 2000». Разбрасыватели по заказу могут комплектоваться загрузочным шнеком Super-Charger Auger.

Модель «Challenger RoGator 1084», удостоенная серебряной медали выставки, отличается наличием системы стабилизации штанги с помощью сенсорных радаров AutoBoom, которые автоматически контролируют заданную высоту штанг опрыскивателя от культурных растений или почвы. Опрыскиватель оснащен также системой автовождения Auto-Guide и системой New Leader, позволяющей преобразовать опрыскиватель в машину для внесения удобрений.

Фирма «Challenger» предлагает также самоходные опрыскиватели серии «Spra Coup 7000», оснащенные двигателем мощностью 130 кВт и механической коробкой передач с переключением передач под нагрузкой, с шестью передачами переднего и двумя заднего хода (рис. 119). Коробка передач с переключением под нагрузкой и функция Kruiz Control позволяет оператору сконцентрироваться на работе, поскольку машина автоматически набирает рабочую скорость после разворота в конце полосы. Стальные штанги опрыскивателей прочные, хорошо сбалансированы, имеют защиту от отсоединения штанги, которая продлевает срок ее службы и повышает надежность.

Опрыскиватели отличаются большим дорожным просветом (106 и 122 см), что значительно сокращает потери легко повреждаемых культур (например масличных), имеют регулируемую ширину колеи (у мод. 7460 – 1,8-2,25 м).



Рисунок 119– Самоходный опрыскиватель «Sgra Coup 7660»

Кабина опрыскивателей с пневматической подвеской, панорамным обзором и кондиционером отличается высокой комфортностью.

Переключатели, расположенные над головой оператора, предназначены для управления освещением кабины, системами климат-контроля/подогрева, а также магнитолой и CD-плеером.

Подлокотник, перемещающийся вместе с сиденьем, со встроенным пультом управления служит для выполнения разнообразных операций. Установленный на подлокотнике джойстик дает возможность оператору переключать передачи, управлять работой насоса подачи рабочей жидкости и штангами, функцией Kruiz Control, пенным маркером, системой автоматического вождения Auto Guide и другими функциями простым нажатием кнопки.

Опрыскиватели серии 7000 оснащены также бортовым компьютером Raven 5000 (рис. 120).



Рисунок 120 – Бортовой компьютер Raven 5000 опрыскивателей серии 7000

Он в непрерывном режиме автоматически регулирует норму расхода рабочей жидкости. Наряду с этим система управления контролирует давление распыла, объем распыляемой жидкости, площадь опрыскивания, рабочую скорость машины и уровень рабочей жидкости в баке. Кроме того, количество точек смазки минимальное, откидной капот обеспечивает удобный и быстрый доступ к основным элементам конструкции во время технического обслуживания.

2.2.10 Опрыскиватели фирмы «Jacto» (Бразилия)

Самоходный опрыскиватель «Jacto Uniport 2500/24 Star» (рис. 121) фирмы «Jacto» (Бразилия).

Данный опрыскиватель, представляемый дилерской компанией «Август», отличается тем, что для уравнивания положения штанг применена специальная система стабилизации с восемью датчиками.



Рисунок 121 – Самоходный опрыскиватель «Jacto Uniport 2500/24 Star»

Датчики сканируют расстояние от распылителей до поверхности обработки и автоматически поддерживают заданную высоту расположения штанги, которая задается в пределах 0,5-1,2 м и остается стабильной в процессе работы. Преимущества используемой системы стабилизации штанги в данном типе опрыскивателя: возможность высокой скорости движения; сохранение заданной высоты расположения распыливающих устройств с заданным перекрытием факелов и равномерным распространением препарата по ширине штанги; лучшая сохранность оборудования штанги; исключение огрехов или двойных обработок на стыках проходов опрыскивателя.

Расчетная производительность опрыскивателя составляет около 30 га/ч. При этом обеспечивается замещение примерно 2,5 прицепных опрыскивателей существующих моделей отечественного производства – это главное преимущество и предпосылка для экономически обоснованного применения в хозяйствах мощных самоходных опрыскивателей зарубежного производства.

3. Основы теории машин для химической защиты растений

а) Подготовка протравливателя к работе.

Перед началом работы проверяют техническое состояние протравливателя, герметичность соединений трубопроводов и исправность системы автоматического контроля подачи семян и суспензии. Регулируют протравливатель на заданную норму нанесения пестицидов на семена.

Засыпают в резервуар пестицид массой « M », заполняют водой до верхнего уровня и перемешивают в течение 5...10 мин мешалками.

Определяют расход суспензии (q) (л/мин) по формуле:

$$q = \frac{QWE}{60M}, \quad (2)$$

где: Q – доза внесения исходного пестицида, кг/т или л/т (для жидких пестицидов);

W – производительность машины по семенам, т/ч; E – вместимость резервуара, л;

M – масса (объем) исходного пестицида, засыпаемого (заливаемого) в резервуар (25 или 50 кг).

Затем по таблице определяют деления шкал регулятора подачи семян и дозатора суспензии.

Опытным путем определяют фактический расход, для чего кран мерного

цилиндра устанавливают в положение для взятия проб, включают насос-дозатор и засекают время заполнения сосуда.

Если фактический расход отличается от заданного более чем на 3%, регулятор поворачивают в другое положение и повторяют опыт.

б) Подготовка опрыскивателей к работе.

При подготовке опрыскивателей к работе проверяют герметичность и исправность всех сборочных единиц и коммуникаций, выбирают тип распылителей с соответствующим диаметром отверстия, обеспечивающим необходимый размер капель распыливаемой жидкости.

Подобранный комплект распылителей монтируют на штангу. Поворачивая коллекторы в кронштейнах, располагают распылители так, чтобы факелы их распыла работали вертикально.

Вкладыши щелевых распылителей фиксируют на ниппелях в положении, когда плоскость факела распыла составляет с осью трубы $5...10^\circ$.

По высоте штангу устанавливают так, чтобы факелы распыла соседних распылителей наполовину перекрывали один другой.

Расход рабочей жидкости через один распылитель « q » рассчитывают по формуле:

- при работе опрыскивателя с готовым раствором

$$q = Q_{p.ж.} \cdot B_p \cdot v / (600n), \quad (3)$$

где $Q_{p.ж.}$ – заданная доза внесения рабочей жидкости на площади 1 га, л/га(кг/га,);

B_p – рабочая ширина захвата, м;

v – рабочая скорость движения агрегата км/ч;

n – число распылителей, установленных на распыливаемом устройстве.

- если раствор готовят в опрыскивателе:

$$q = Q_n B_p v / (600nK), \quad (4)$$

где Q_n – заданная доза внесения препарата на площади 1 га, л/га (кг/га,);

B_p – рабочая ширина захвата, м; v – рабочая скорость движения агрегата км/ч;

n – число распылителей, установленных на распыливающем устройстве;

$K = M / E$ – удельное содержание (концентрация) препарата в рабочей жидкости, кг/л для твердых и л/л для жидких препаратов;

M – масса (кг) или количество (л) препарата, засыпанного (залитого) в резервуар опрыскивателя;

E – вместимость резервуара опрыскивателя, л.

Затем по таблицам, приведенным в инструкциях по эксплуатации опрыскивателей и справочниках, определяют необходимое рабочее давление в напорной магистрали и тип распылителя, и устанавливают их на машине.

Фактический расход раствора через один наконечник определяют опытным путем.

Дозу внесения жидкости проверяют перед обработкой. Для этого в резервуар опрыскивателя заливают замеренное количество жидкости и выливают ее в рабочем режиме. После опорожнения опрыскивателя замеряют фактически обработанную площадь. Фактическую дозу определяют путем деления количества израсходованной жидкости на обработанную площадь.

При выполнении расчетов важно правильно выбрать ширину захвата опрыскивателя.

Для штанговых опрыскивателей она равна ширине захвата штанги.

У вентиляторных опрыскивателей она зависит от погодных условий и выполняемой операции. Ее определяют опытным путем, или рассчитывают по формуле:

$$B_p = bm, \quad (5)$$

где b – ширина междурядья, м;

m – число обрабатываемых рядков за один проход.

в) Настройка агрегата для ленточного применения пестицидов на заданную норму внесения рабочей жидкости.

На рынке предлагается комплект оборудования для установки на культиваторы, выполняющие междурядную обработку. В комплект входит емкость, насос (обычно устанавливается прямо на ВОМ трактора), регулятор расхода жидкости, фильтры, узлы распыла. Все составляющие унифицированы с оборудованием для штанговых опрыскивателей, за исключением распылителей. При ленточном применении пестицидов используются узкофакельные ($45-60^\circ$) щелевые распылители, равномерно распределяющие жидкость в пределах одного факела распыла. Эти распылители не требуют перекрытия соседних факелов для обеспечения равномерности распределения.

При настройке агрегата на заданную норму внесения рабочей жидкости принимаются в расчет следующие исходные данные: - количество обрабатываемых рядков; - ширина междурядья; - ширина полосы, обрабатываемой одним распылителем; - скорость движения агрегата.

Как и в случае со штанговым опрыскивателем, решение задачи сводится к определению производительности отдельного распылителя

$$q = \frac{Q \cdot v \cdot S}{600} \quad (6)$$

где S – ширина полосы, обрабатываемой одним распылителем, м.

Пример. Для ленточного внесения гербицида (ширина ленты – 20 см) на посевах кормовой свеклы (ширина междурядья – 60 см) с нормой расхода 200 л/га агрегатом для ленточного опрыскивания на скорости 6 км/ч необходимо использовать распылители с производительностью

$$q = \frac{200 \cdot 6 \cdot 0,2}{600} = 0,4 \quad (7)$$

Рассчитанную производительность обеспечивают распылители с кодом 60.01 или 45.01 (0,4 л/мин при давлении 3 атм.). Используя расходную характеристику этих распылителей, определяем рабочее давление жидкости в системе нагнетания. Для выбранного типоразмера распылителя оно составит 3,0 атм.

При выборе распылителя учитывайте, что при большем угле факела распыла образуются более мелкие капли.

Ширину полосы опрыскивания регулируйте путем изменения высоты установки распылителя над поверхностью почвы.

г) Настройка протравливателя семян.

При применении для протравливания водорастворимых (жидких) препаратов или концентратов эмульсий рекомендованную норму внесения препарата необходимо принимать из расчета 5...7 литров водного раствора на одну тонну семян (если нет других рекомендаций поставщика пестицида).

При применении порошковидных препаратов (сп) рекомендованную норму внесения препарата необходимо принимать из расчета 10 литров рабочей жидкости на одну тонну семян (если нет других рекомендаций поставщика пестицида).

При использовании для протравливания порошковидных препаратов, в бак протравливателя должна заливаться суспензия, приготовленная во вспомогательных емкостях. Рабочая жидкость не должна содержать комков и посторонних твердых включений.

Количество Q препарата на объем бака можно определить по формуле

$$Q = \frac{V_b \cdot q}{q_p}, \quad (8)$$

где Q – количество препарата на объем бака;

q_p – норма внесения рабочей жидкости на одну тонну семян, л/т;

V_0 – объем бака, л;

q – доза внесения препарата, л(кг)/т.

Пример. При дозе внесения жидкого препарата $q = 0,5$ л/т и норме расхода рабочей жидкости $q_p = 5$ л/т количество препарата Q на объем бака протравливателя ПС-10А определяется по формуле (8)

$$Q = \frac{200 \cdot 0,5}{5} = 20 \text{ л}$$

д) Расчёт количества рабочей жидкости в баке протравливателя, необходимое для обработки небольшой партии семян.

Проблема состоит в необходимости приготовления неполного бака рабочей жидкости.

Пример. Количество семян, которое необходимо протравить - 10 т.

Исходя из выбранной дозы внесения порошковидного препарата на тонну семян (например $q = 1,5$ кг /т), определяем необходимое количество препарата

$$Q = q \cdot M \tag{9}$$

где M – масса протравливаемых семян, т.

Тогда

$$Q = 1,5 \cdot 10 = 15 \text{ кг.}$$

Объем рабочей жидкости, который необходимо приготовить исходя из выбранной дозы внесения препарата на тонну семян $q = 1,5$ кг/т, и соответственно рекомендованной нормы внесения рабочей жидкости $q_p = 10$ л/т, определяем по формуле

$$V = q_p \cdot M, \quad (10)$$

где V – объем рабочей жидкости, которую необходимо приготовить, л.

Тогда

$$V = 10 \cdot 10 = 100 \text{ л.}$$

е) Настройка протравливателя при отсутствии эксплуатационной документации.

Настройка протравливателя осуществляется в два этапа. Сначала устанавливается производительность по семенам, а затем – необходимая производительность устройства, дозирующего рабочую жидкость.

Для правильной настройки протравливателя используйте настроечные таблицы, которые входят в состав эксплуатационной документации машины. Пример использования такой документации приведен ниже для протравливателя ПС-10А.

В случае отсутствия какой-либо документации выполните следующие действия.

1) Опытным путем установите производительность протравливателя по семенам, собрав их в какую-либо емкость (или мешок) и взвесив.

Зная время сбора семян и их вес, определите производительность, используя формулу

$$П = \frac{3,6 \cdot m}{t}, \quad (11)$$

где $П$ – производительность протравливателя по семенам, т/ч;

m – масса семян в емкости, кг;

t – время сбора семян в емкость, с.

Отбор проб необходимо провести в трехкратной повторности и для дальнейших расчетов использовать среднее значение.

Пример. При определении производительности протравливателя по семенам, за 10 с. отобрали пробу весом 45 кг ячменя. Производительность протравливателя

$$П = \frac{3,6 \cdot 45}{10} = 16,2 \text{ т/ч.}$$

Замечание. При настройке протравливателя необходимо отключать подачу рабочей жидкости к распылителю.

При необходимости производительность протравливателя можно изменять. Обычно для этого используется заслонка, расположенная в нижней части бункера накопления семян.

2) При настройке на норму расхода рабочей жидкости производительность Q_d дозирующего устройства можно определить по формуле

$$Q_d = \frac{П \cdot q_p}{60}, \quad (12)$$

где Q_d – подача дозирующего устройства, л/мин.

Пример. При производительности протравливателя 16,2 т/ч и норме внесения рабочей жидкости 10 л/т производительность дозирующего устройства должна составлять

$$Q_d = \frac{16,2 \cdot 10}{60} = 2,7 \text{ л/мин.}$$

Замечание. Настройку устройства, дозирующего рабочую жидкость, необходимо проводить на чистой воде.

Задачи

Задача № 1

Определите осевую скорость воздушной струи на расстоянии 3 м от выходного отверстия сопла вентиляторного опрыскивателя, если начальная скорость $V_0 = 20$ м/с, диаметр сопла $d = 0,3$ м.

Задача № 2

Определить необходимый напор для обеспечения секундного расхода ядохимиката через распылитель опрыскивателя $\Omega = 1,7 \cdot 10^{-6}$ м³/с при диаметре выходного отверстия распылителя $d = 0,4 \cdot 10^{-3}$ м и коэффициенте расхода $\mu = 0,41$.

Задача № 3

Определить подачу ядохимиката распыливающим наконечником при обработке посадок картофеля с нормой внесения 450 л/га, если ширина захвата опрыскивателя 14,5 м, скорость агрегата 1,85 м/с и каждый ряд посадок картофеля с междурядьем 70 см обрабатывается двумя наконечниками.

Задача № 4

Определить фактическую норму расхода рабочей жидкости опрыскивателя при скорости его движения 9,2 км/ч, если ширина захвата опрыскивателя 15 м, на штанге установлено 28 распылителей, каждый из которых подает 1,2 л/мин рабочей жидкости.

Задача № 5

С какой скоростью должен двигаться опрыскиватель, если он обрабатывает 6 рядов картофеля с междурядьем 700 мм при норме расхода раствора ядохимикатов 320 л/га? Каждый ряд картофеля обрабатывается тремя наконечниками. Расход через наконечник составляет 0,58 л/мин.

Контрольные вопросы

1. Назовите способы протравливания семян.
2. Составьте схему классификации опрыскивателей.
3. Как классифицируются опрыскиватели по степени распыла.
4. Назовите типы распылителей.
5. Какие устройства используются фирмами-производителями для снижения колебаний штанг опрыскивателей?
6. Какие устройства используются фирмами-производителями для снижения потерь пестицидов из-за испарения и сноса ветром капель?
7. Приведите требования к плотности покрытия обрабатываемой поверхности каплями гербицидов.
8. Какие схемы фильтрации рабочего раствора применяются в современных опрыскивателях?
9. Назовите особенности ходовых систем современных опрыскивателей.
10. Назовите особенности емкостей современных опрыскивателей.
11. Назовите особенности распределительных систем и распыливающих органов современных опрыскивателей.
12. Назовите особенности систем циркуляции и подачи жидкости к распылителям современных опрыскивателей.
13. Назовите особенности осаждения жидкости в конструкциях современных опрыскивателей.
14. Назовите особенности систем контроля и управления технологическим процессом современных опрыскивателей.
15. Какие устройства используются для снижения радиуса и времени холостых поворотов опрыскивающих агрегатов?
16. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей
17. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей отечественного производства.
18. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей белорусского производства.

19. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей фирмы LEMKEN.

20. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей фирмы AMAZONE.

21. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей фирмы Kverneland.

22. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей фирмы JohnDeere.

23. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей фирмы Challenger.

24. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей фирмы Dammann.

25. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей фирмы Caffini.

26. Сформулируйте основные тенденции развития опрыскивателей фирмы Jacto.

27. Как осуществляется подготовка к работе опрыскивателя?

28. Как осуществляется подготовка к работе протравливателя?

29. Как осуществляется настройка протравливателя при отсутствии эксплуатационной документации.

30. Как осуществляется настройка протравливателя в случае отсутствия какой-либо документации.

31. Как осуществляется настройка агрегата для ленточного применения пестицидов на заданную норму внесения рабочей жидкости?

32. Как рассчитать количество рабочей жидкости в баке протравливателя, необходимое для обработки небольшой партии семян?

Список литературы

1. Золотая осень достижения в сельском хозяйстве на главной аграрной выставке России: материалы мероприятий в рамках деловой программы 12-й Российской агропромышленной выставки, 1-11 октября 2010 г. / под общ. ред. А.В. Петрикова. М.: ФГНУ "Росинформагротех" Минсельхоз России, 2011. 123 с.
2. CLAAS. Урожай успеха. Программа продукции. М.: «КЛААС КГаА мБХ», 2008. 116 с.
3. Neejet Technologies. Каталог 50-RU. США: Sprengel Systems Co, 2007. 188 с.
4. Белагромаш. Каталог сельхозтехники. Минск: РУП «Промпечать», 2007. 72 с.
5. Лучшие новинки сельхозмашиностроения на Золотой осени – 2008 г. / Н.В. Березенко, О.В. Кондратьева, О.В. Гришина, Л.М. Колчина // Техника и оборудование для села. 2008. № 12. С. 42-44.
6. Выборочный каталог техники John Deere. М.: Эконива, 2008. 39 с.
7. Гаврилов К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт: учеб. пособие. Пермь: Звезда, 2010.
8. Инновационное развитие мирового сельскохозяйственного машиностроения: научный аналитический обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 180 с.
9. Инновационное развитие мирового сельскохозяйственного машиностроения: научный аналитический обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 180 с.
10. Использование оборотных плугов фирмы "Kverniland" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.kverniland.com.
11. Каталог техники Мастер Агро. М.: Мастер Агро, 2007. 31 с.
12. Каталоги и рекламные описания сельскохозяйственных машин различных зарубежных фирм по материалам ежегодной Международной выставки «Золотая осень».

13. Кленин Н.И., Киселев С.Н. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. М.: КолосС, 2008.
14. Корпорация "BEHA" Итальянская фирма "SFODGGIA" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.sfoggia.com.
15. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 1. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 145 с.
16. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник задач и тестов: учебное пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 100 с.
17. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 2. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 145 с.
18. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник тестовых заданий для контроля знаний по дисциплине: методическое пособие. Ч. I. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 123 с.
19. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник тестовых заданий для контроля знаний по дисциплине: методическое пособие. Ч. II. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 137 с.
20. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник тестовых заданий для контроля знаний по дисциплине: методическое пособие. Ч. III. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 83 с.
21. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины: методическое указание для самостоятельной работы по дисциплине студентам вузов очного и заочного обучения по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Технические системы в агробизнесе». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 44 с.
22. Кузнецов В.В. Учебное пособие к практическим занятиям по сельскохозяйственным машинам. Ч. 1. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 73 с.
23. Кузнецов В.В. Учебное пособие к практическим занятиям по сельскохозяйственным машинам. Ч. 2. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 99 с.

24. Лубков А.Н. Государственная программа развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы: цели, задачи, механизмы, инструменты // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2011. № 12. С. 1-4.
25. Новые агротехнологии. Каталог продукции KUHN. М.: KUHN, 2006. 177 с.
26. Оптимальное сочетание: техника, технологии, финансирование. М: ЛБР групп, 2008. 138 с.
27. Почвообрабатывающая техника фирмы "KOCKERLING" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.kockerling.de.
28. Программа продукции DEUTZ FAHR. М.: ЕвроАгропоставка, 2008. 43 с.
29. Программа техники фирмы "KRONE на 2013-2014 гг. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.krone-rus.ru.
30. Ресурсосберегающее земледелие – будущее сельского хозяйства: каталог продукции производственной компании «Ярославич» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www/pkyar.ru.
31. Сельскохозяйственная техника из Европы. Выборочный каталог. М.: «ЭкоНива-Техника», 2008. 68 с.
32. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов. СПб.: Проспект Науки, 2011.
33. Современная техника для сельского хозяйства России. Орёл, 2007. 92 с.
34. Тенденции развития сельскохозяйственной техники: научный аналитический обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 164 с.
35. Техника выпускаемая фирмой "AMAZONE" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.amazone.de.
- Техника торгового центра ЛБР-ГРУПП "CASE" "MORRIS" "KUHN" "UNIA"[Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.lbr.ru.
36. Техника фирмы "KOLNAG" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.kolnag.ru.

37. Техника фирмы "LEMKEN" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.lemken.com.

38. Техника фирмы "VADERSTAD" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.vaderstad.com.

39. Перспективная техника для АПК: научный аналитический обзор / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, Н.П. Мишуров, И.Г. Голубев, В.Я. Гольяпин, Л.М. Колсина, Н.Ф. Соловьёва, Т.Н. Кузьмина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 360 с.

40. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. СПб.: ООО Квадро, 2014. 624 с.

Учебное издание

Кузнецов Владимир Васильевич

Основы теории и тенденции развития
сельскохозяйственных машин

Часть 5

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата)

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 24.09.2019 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 8,37. Тираж 25 экз. Изд. 6483.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии.
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ