

С.А. Соловьев, доктор технических наук, профессор

В.А. Любич, С.В. Попов, М.Р. Курамшин, кандидаты технических наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка», г. Москва, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Использование точного земледелия в ресурсосберегающих технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в сложившихся природно-климатическом, экономико-производственном и технологическом аспектах развития сельского хозяйства является перспективным с точки зрения получения стабильных запрограммированных урожаев. В течение последних восьми лет наш Институт активно занимается внедрением ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур с использованием элементов точного земледелия в них. Первый опыт связан с внедрением, как и у многих сельскохозяйственных товаропроизводителей, простейших с точки зрения точного земледелия систем: определения размеров сельскохозяйственных участков (полей) и параллельного вождения агрегатов. Использование навигационного оборудования в сочетании с подруливающим устройством положено начало работ в этом направлении в 2008 г., когда первый агрегат был оснащен подобным оборудованием.

Опыт использования параллельного вождения агрегатов позволил выявить эффективность его применения в первый же год эксплуатации. На примере химической защиты покажем эффективность подобных систем. В агрегате использовался опрыскиватель «Lemken Albatros 30» с конструктивной шириной захвата 24 м. Средняя рабочая ширина захвата опрыскивателя при работе без использования сигнала GPS составила 22,3 м (среднее квадратическое отклонение – 2,72 м, коэффициент вариации – 12,2 %), то есть в среднем перекрытие от смежных проходов составляло 1,7 м, причем почти в 30 % проходов агрегата наблюдались огрехи. Также следует отметить, что для ориентации прохода требуются дополнительные условия – наличие пространственных ориентиров (сигнальщики, вешки и т. п.).

В опыте с применением системы параллельного вождения агрегата наблюдалось более полное использование ширины захвата опрыскивателя, а огрехи отсутствовали вовсе. Средняя рабочая ширина захвата в этом опыте составляла 23,7 м (среднее квадратическое отклонение – 0,57 м,

коэффициент вариации – 2,4 %), что соответствует 98,8 % конструктивной ширины захвата опрыскивателя. Отсюда очевидна экономия (отсутствует перерасход) ядохимиката – не менее 0,23 л/га при норме внесения ядохимиката 4 л/га, или около 6 %, что в условиях стремительного роста стоимости средств защиты растений позволит экономить затраты на них.

В дальнейшем оборудовании для параллельного вождения стали оснащаться и другие агрегаты: для внесения удобрений, почвообрабатывающие и посевные.

Одним из основополагающих элементов точного земледелия является позиционирование на местности. Сюда можно включить географические информационные системы, системы ориентации на местности, различные математические модели и др. Подобные системы позволяют создавать электронные карты полей, являющиеся основой для электронной базы данных и, самое главное, реализации точного земледелия в разрабатываемых технологиях. Кроме этого, электронная карта полей позволяет: проводить строгий учет и контроль всех сельскохозяйственных операций, поскольку опирается на точные знания площадей полей, протяженности дорог, информации о полях и др.; проводить более полный анализ условий, влияющих на рост растений на данном конкретном поле или выделенном участке; оптимизировать производство с целью получения максимальной прибыли и рационального использования людских и технических ресурсов.

Таким образом, имея точную информацию о площадях полей и о взаимном их расположении, специалисты хозяйств могут: более рационально и качественно рассчитывать количество необходимых удобрений, химикатов и семенного материала; проводить учет урожайности; планировать расход горюче-смазочных материалов; ежегодно учитывать засеянные площади по каждой культуре; создавать историю полей и севооборотов; вести отчетность и документацию по всем технологическим операциям.

Для освоения ресурсосберегающих технологий ведется работа по созданию электронных карт полей, содержащих информацию о наличии макро- и микроэлементов в почве, урожайности культуры на конкретном участке поля. Электронная карта поля по распределению питательных веществ является основой для такой сложной операции, как дифференцированное внесение минеральных удобрений. Этот элемент точного земледелия позволяет в некоторых случаях сократить, по нашим наблюдениям, до 38 % вносимых удобрений. В испытаниях ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур по результатам опытов в 2011–2014 гг. исследованию подвергалось влияние

дифференцированного способа внесения фосфорных и азотных удобрений в сравнении с традиционным способом. Значительного превосходства одного способа внесения над другим не наблюдается, а по итогам 2014 г. на посевах нута наибольшая прибавка урожайности была достигнута при сочетании дифференцированного внесения фосфора и традиционного внесения азота, она составила 185 % по сравнению с контрольным участком (без внесения удобрений) и 115 % по сравнению с традиционным внесением азотных и фосфорных удобрений.

Реализация данного элемента включает несколько этапов: картирование урожайности, разбивка поля на участки с выделением «проблемных» (с низкой урожайностью) участков, отбор почвенных проб, агрохимический анализ отобранных почвенных образцов, составление карты задания для дифференцированного внесения удобрений и непосредственное внесение минеральных удобрений. Дифференцированное внесение удобрений охватывает и другие элементы точного земледелия: картирование полей по урожайности и химическому составу, параллельное вождение агрегатов, пространственное позиционирование. Капитальные вложения для реализации данного элемента точного земледелия значительны, но его реализация позволит внедрить не только этот, но и смежные элементы точного земледелия, например, систему мониторинга и управления производственным процессом. В нашем случае система картирования урожайности была установлена на комбайне «ClaasLexion 540», она включает в себя: приемник GPS, оптический датчик для определения объемного количества зерна, диэлектрический датчик влажности зерна, датчик поперечных и продольных отклонений, электронно-вычислительный модуль определения урожайности «Quantimeter», бортовую информационную систему «Cebis», калибратор, программный комплекс и карту памяти. Помимо определения урожайности на участках поля, данная система позволяет выполнять и другие операции, например, учитывать зоны, имеющие уплотнение почвы, плохой дренаж, пораженные сорняком и паразитами, вести учет убранных площадей, временных показателей, среднее и текущее значение влажности зерна, производительность работы комбайна и многие другие эксплуатационные параметры.

На следующем этапе агрономическая служба выявляет «проблемные» участки, для которых требуется повышение плодородия за счет внесения минеральных удобрений. Электронное картирование урожайности снижает в несколько раз количество проб, отбираемых для анализа, исключаются агрономические методики отбора проб, при которых практически вслепую (не учитывая отдачу данного участка в среднюю урожайность) отбираются почвенные образцы. Использование элементов

глобального позиционирования (обычный GPS-приемник) в сочетании с полевым компьютером позволяет нам отбирать пробы по истинной необходимости. Процесс отбора можно осуществлять вручную или используя средства механизации и автоматизации данного процесса. Если производитель зерна имеет достаточные площади или оказывает услуги по электронному картированию, то наиболее перспективным выглядит способ отбора проб с помощью автоматизированного пробоотборника «FritzmeierProfi-90», смонтированный на легковом прицепе. Это значительно ускоряет процесс отбора проб. В дальнейшем проводится анализ почвенных образцов. Для быстрого получения результатов мы пользуемся экспресс-анализом с применением мобильной (полевой) лаборатории «РПЛ-почва». В остальных случаях уместнее воспользоваться традиционным анализом лабораторных исследований.

Следующим этапом накопления информации в базе данных является создание электронных карт плодородия. Результаты исследования проб в лаборатории заносятся в базу данных и строится электронная карта содержания того или иного элемента в почве. Такая электронная карта позволяет определять участки поля, на которых наблюдается недостаток или избыток определенного элемента, включая его размер, конфигурацию, размещение. Она же является исходным элементом для создания технологических карт дифференцированного внесения удобрений или средств химической защиты растений.

Дифференцированная обработка полей учитывает данные о том, какой участок поля принесет больший урожай, исходя из оптимизации затрат и извлечения максимальной прибыли. Возможно решение и противоположной задачи – снижение затрат в соответствии с потенциалом урожая на обедненных участках поля, что повлияет на изменения в севообороте, конфигурации полей и выборе высеваемых культур.

Подробно рассмотрев одну из наиболее эффективных систем программного обеспечения – программу «SMS Advanced» производства компании «Ag Leader Technology» (производство США), мы пришли к выводу: исследуемая программа является полноценной геоинформационной системой, позволяющей работать с пространственно привязанными объектами, которые, в свою очередь, имеют индивидуальные географические координаты.

Таким образом, избирательный способ внесения удобрений – перспективный и необходимый элемент в ресурсосберегающем земледелии. Работа по дифференцированному внесению минеральных удобрений проводится в режиме «off-line». Для этого нами использовался следующий набор оборудования и техники: трактор «Terrion-3180» (MTЗ-1221),

навигационное оборудование «AgGPS EZ-Guide 500» с приемником-антенной «Trimble», бортовой компьютер «Ag Leader» с программным обеспечением «Insight», позволяющий загружать карту-задание для внесения удобрений, разбрасыватель «AmazoneZA-M 1500» с дополнительным оборудованием в виде контроллера и сервоприводов заслонок.

Агрегат выполняет обработку, двигаясь по участку при помощи навигационного оборудования. Применение параллельного вождения позволяет экономить на проходах, снижая перекрытия и исключая огрехи. Изменение нормы внесения осуществляется автоматически: навигационное оборудование определяет местонахождение агрегата, а программа «Insight» подает, в зависимости от электронной карты-задания, сигнал на управляющий блок разбрасывателя «Amatron+». Последний автоматически управляет положением заслонок, увеличивая или уменьшая подачу удобрений. Причем изменение подачи удобрений на правый и левый диски осуществляется независимо. Программа «Insight» также позволяет контролировать различные параметры: скорость движения агрегата, норму внесения удобрений, обработанную площадь, количество внесенных удобрений.

Для эксплуатационно-технологической оценки и оценки надежности используемой техники возможно использование телематического терминала для мониторинга техники. Подобное оборудование «Telematics» фирмы «Claas» представляет собой телематический программируемый логический контроллер, который регистрирует цифровые значения дискретных и аналоговых сигналов с установленных датчиков (уровень топлива, пройденный путь, урожайность и т. д.) и осуществляет передачу данных по каналу GPRS в базу данных системы. Это облегчает наблюдение за исследуемой техникой. Компьютер комбайна «Claas Lexion 540» позволяет разделять параметры при выполнении технологического процесса (соблюдение нескольких условий: включена и опущена жатка, включена молотилка, осуществляется движение комбайна) и холостых переездах. Так, общий пробег при холостом ходе комбайна в 2013 г. составил 317,292 км, а пробег при выполнении технологического процесса 572,622 км (при установке ширины захвата жатки с учетом перекрытия 7,4 м). Таким образом, переезды и холостые технологические ходы составили 35,6 % от общего пройденного пути за сезон.

Общий расход топлива комбайном «Claas Lexion 540» составил 5444,0 л за сезон, в том числе на выполнение технологического процесса – 4881 л, на холостые ходы и переезды – 563 л. В расчете на единицу продукции общий расход топлива составил 3,66 л/т, или 12,85 л/га. А расход топлива,

затраченный на выполнение технологического процесса, – 3,27 л/т, или 11,52 л/га.

Сравнивая полученные результаты оценки надежности зерноуборочных комбайнов «Claas Lexion 540» и РСМ-101 «Вектор», можно сделать вывод, что первый имеет почти двукратное превышение по наработке на отказ (38,6 ч для импортного комбайна против 20,5 ч для отечественной марки). Коэффициент готовности также превышает для импортного комбайна (0,92 против 0,87). Среднее время восстановления сопоставимо – 3,15 ч для комбайна РСМ-101 «Вектор» и 3,35 ч для комбайна «Claas Lexion 540», но этот показатель вряд ли уместно сопоставлять в силу разницы организации этого вида работ в эксплуатирующих организациях.

Перспектива использования точного земледелия очевидна, в нашем Институте продолжается работа по апробации ресурсосберегающих технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур с применением элементов точного земледелия.

Поступила 17.03.2015