

УДК 631.350.2

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В КРЫМУ

Беренштейн И.Б., д.т.н., профессор ЮФ НУБиП Украины «Крымский агротехнологический университет»

В статье изложен опыт применения элементов системы точного земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Крыма, показаны преимущества новых технологий и требуемые финансовые затраты для широкого внедрения системы в производство.

Ключевые слова: точное земледелие, навигация, прибор, спутник, автопилот, агрегат, курсоуказатель.

Система точного земледелия (Precision farming) является одним из современных направлений в развитии ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих процесс управления развитием растений в соответствии с их потребностями.

Она направлена на максимально полное использование различной информации для выработки оптимальных агротехнологических и управленческих решений в конкретных почвенно-климатических и хозяйственных условиях и дифференцированного в пределах поля, из-за его неоднородности, выполнения основных технологических операций для достижения запрограммированных качественных показателей. Это позволяет в современных условиях решить главные проблемы:

- повысить качество выращиваемой продукции и сохранить окружающую среду;
- сделать минимальными затраты труда, энергии и ресурсов при значительном повышении урожайности, увеличить эффективность применения минеральных удобрений и средств химической защиты растений с учетом различий почвенного плодородия и состояние посевов.

Актуальность применения точного земледелия в современных условиях обусловлено необходимостью увеличения не только количества урожая, но и его качества, ужесточение законодательства об охране окружающей среды: (процессы деградации почвы, загрязнение окружающей среды пестицидами) и растущий контроль общества за производством продуктов питания, возможность существенно уменьшить применение химикатов за счет их рационального использования.

Точное земледелие включает в себя большое количество элементов, которые можно разделить на три основные задачи: - сбор информации о хозяйстве, поле, культуре; анализ информации и принятие решения, выполнение решения – проведение технологической операции. Выполнение

каждой задачи требует специализированных технических средств и программного обеспечения.

Комплексные технологии производства стали активно развиваться в конце прошлого века и признаны мировой сельскохозяйственной наукой как эффективные передовые технологии, переводящие аграрный бизнес на более высокий качественный уровень. Такие технологии эффективно применяются на площади более 100 млн.га, в странах западной Европы, США, Канады, России.

Применение системы точного земледелия стало возможным благодаря наличию технических средств по позиционированию объектов (тракторов, комбайнов, тракторных средств с использованием спутниковых навигационных систем, применение таких систем позволило также получать в сельском хозяйстве точные данные о месте нахождения о характерных для данного участка поля определенных параметров: обеспеченность питательными веществами, влажность, состояние растений.

Для позиционирования объектов в настоящее время работают глобальные спутниковые навигационные системы GPS (США), ГЛОНАСС (Россия), Галилео (ЕвроСоюз). Каждая система состоит из 24 спутников, вращающихся вокруг Земли по круговым орбитам, на высоте около 19-23 тыс. км., с частотой 2 оборота в сутки, передавая навигационные радиосигналы. Специальные приемники, установленные на подвижных объектах (трактор, комбайн, автомобиль), или на поверхности земли, принимают эти сигналы и вычисляют местоположение методом триангуляции. Приемник сравнивает время излучения сигнала с временем приема этого сигнала, разность между этими величинами позволяет вычислить расстояние до спутника. Зная расстояние до нескольких (3 – 4) спутников, приемник определяет свое местоположение и отображает его на электронной карте, с точностью (в зависимости от класса приемника) от одного – двух метров до 20 см. Пользование услугами систем GPS, ГЛОНАСС и Галилей бесплатное.

Для увеличения точности местоопределения объекта до 2,5 см – кроме приема сигналов базовых – глобальных спутников, необходимо принимать сигналы дифференциальных поправок от специальных спутников. В Крыму можно принимать сигналы дифференциальных поправок от двух Европейских спутников EGNOS и украинского спутника Сич.-1. Стоимость годового абонемента за прием сигналов от специальных спутников – 11 тыс. грн. Наибольшее распространение в Крыму получили антенны и приемники системы GPS (США) с использованием сигнала SF-1 дифференциальной поправки

В сельскохозяйственных предприятиях, расположенных на территории Крыма работает около 50 приемников GPS, установленных на современных тракторах, самоходных опрыскивателях, зерноуборочных комбайнах. Только в хозяйствах корпорации «Рис-Холдинг» 12 тракторов (MT3-80; MT3-1225, Катерпилар и др.) оснащены антеннами и приемниками спутниковой

навигации, с приемом дифференциальных поправок от Европейского спутника (Швеция). Их применяют на посеве риса, пшеницы с нулевой обработкой почвы, внесении удобрений. Системы спутниковой навигации на самоходном опрыскивателе успешно применяют в хозяйствах «Грузия» Первомайского района, «Приозерная АГРО» и «Лобановска АГРО» предприятиях Крыминвест Холдинг и других.

Наиболее простым и доступным элементом точного земледелия, его первым уровнем, который можно применить в любом хозяйстве является использование приборов - GPS EZ-Guide Plus или Centerline 220 для параллельного вождения агрегатов при посеве с нулевой обработкой почвы стерневыми сеялками, внесении удобрений и химической обработке средствами защиты растений. Большинство полей имеют неправильную форму, часто на поле размещены препятствия (в виде опор высокого напряжения) поэтому вождение агрегатов при внесении удобрений, посеве, опрыскивании приводит к образованию больших перекрытий и огрехов. При использовании системы EZ-Guide Plus агрегат выполняет первый проход с особой тщательностью вдоль края поля, фиксирует траекторию первого прохода в памяти компьютера, а последующие проходы тракторист выполняет пользуясь курсоуказателями, точно копируя траекторию первого прохода. При этом копирование выполняется как при прямолинейном движении агрегата, так и по криволинейной траектории (если агрегат при первом проходе объезжал препятствие). Точность выполнения работ по курсоуказателю без пользования дифференциальными поправками (только в системе GPS) составляет 15-20 см., и во многом определяется опытом работы механизатора. С использованием дополнительного (дифференциального) спутника точность составляет 2,5-5см. При этом существенно экономятся семена, удобрения, средства защиты растений.

Примером эффективного применения системы параллельного движения сельскохозяйственных агрегатов, с применением GPS навигации вместо маркеров, может служить предприятие «Лобаново-АГРО» в селе Светлое Джанкойского района. Главным инженером в этом хозяйстве работает А.И. Федоренко наш выпускник 2006г. В предприятии 12 тыс. га посевных площадей, все полевые работы выполняют 15 тракторов, 4 из которых класса 50 КН (Фендт -936 -2 ед; Фендт – 310 и Кейс 535). Эти четыре трактора оборудованы GPS приемниками и курсоуказателями, работают с зерновыми сеялками FARGO и Great Plane – с рабочей шириной захвата соответственно 14 и 12 м, 18 метровым культиватором, широкозахватным опрыскивателем, обеспечивая высокую производительность. На посеве яровых зерновых посевной агрегат в составе трактора Фендт 936 и пневматической зерновой сеялкой FARGO, работая на скорости 12-13 км/ч обеспечивал сменную производительность 110-120 га. Для сравнения в этом же селе на полях нашего университета работали 3 посевных агрегата с 8 сеялками СЗ-3,6А с такой же суммарной сменной производительностью.

Эффективность параллельного вождения с применением GPS EZ-Guide Plus подтверждена опытом хозяйств Крыма. Количество «перекрытий» сокращается в среднем на 8-10%, огрехов на 5%, сокращается время выполнения работ, т.к. работать можно и в ночное время, производительность агрегатов увеличивается на 12-15% сокращаются затраты на удобрение и средства защиты растений.

Второй уровень применения спутниковой навигации в системе точного земледелия является применение курсоуказателя вместе с подруливающим устройством. Для этого следует приобрести и установить на тракторе систему Ад GPS EZ-Guide 500 с подруливающим устройством EZ – Steer. Это система обеспечивает точность от 20 до 2 см. И может применяться на всех видах полевых работ, включая посев, междурядную обработку посевов и уборку урожая. Применение такой системы целесообразно в средних и крупных хозяйствах Крыма. Сельскохозяйственное предприятие ООО «Борис – АГРО» применяет подруливающее устройство Auto-Trac Universal в комплекте с приемником Star Fire 3000 и Дисплеем GS 1800 для работы самоходного опрыскивателя Chelenger – Spray CMB. Стоимость такого комплекта – 117 тыс. грн. (в стоимость включена оплата сигнала SF1 сроком на 10 лет).

Третий уровень – система автоматического вождения «Автопилот», которую целесообразно приобрести крупным высокоэффективным хозяйствам, с большими земельными участками, ориентированными на получение максимальной прибыли. Система «Автопилот» интегрируется в гидравлику рулевой системы трактора, обеспечивает точность вождения до 2,5 см. на всех операциях, используя любые шаблоны движения. Специальные датчики встроенные в контроллер, учитывают наклон агрегата при работе в холмистой местности и неровность поверхности поля. Механизатор может выбирать шаблон движения и наблюдать за работой системы. Стоимость такой системы превышает 20 тыс. евро.

Применение спутниковой навигационной системы для параллельного движения с.х. агрегатов, даже с применением системы «Автопилот», это только начальный этап внедрения системы точного земледелия. Для внедрения технологии с применением машин для дифференцированного высева семян, внесения доз и видов удобрений, пестицидов, гербицидов и других ядохимикатов требуется провести большую и затратную работу по созданию и оформлению электронной карты поля.

Существующие в хозяйствах карты 15 – 20 летней давности не всегда отражают реалии сегодняшнего дня. Применении системы точного земледелия требует максимальной информации о поле, культуре, хозяйстве.

Научный и технический прогресс позволяет сегодня для получения информации о поле использовать средства дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), геоинформационные системы (ГИС).

Для использования накопленной информации о поле при выборе оптимального технологического решения и реализации этого решения в

рабочей машине при выполнении ею технологической операции, информация должна вводиться в компьютер – контроллер, установленный на с.х. агрегате, в цифровом виде, т.е. вся информация должна быть помещена на электронной карте поля. Карта дает возможность вести базу данных за неограниченный промежуток времени и по нескольким показателям. Электронная карта в сравнении с географической имеет ряд преимуществ:

- дает возможность вести учет, контроль и анализ результата всех технологических операций выполненных на поле;

- проводит полный анализ условий, которые влияют на развитие растений на данном поле;

- позволяет оптимизировать производство с целью получения максимального дохода и рационального использования ресурсов;

- вести паспортные данные о сельхозугодиях с учетом собранного урожая;

- просмотр и анализ карт агрохимического мониторинга полей, возделываемой культуры, вносимых удобрений, урожайности, экономической эффективности культуры и пр.;

- учет и анализ последствий неблагоприятных погодных условий;

- формировать статистические справки и отчеты;

- учет севоменов;

- составление карт урожайности;

- проводить обследование почв;

- позволяет проводить статистический и тематический анализ данных;

- выполнить планирование производственных процессов.

Создать электронную карту поля можно двумя способами:

- первый способ – провести спутниковые или аэрофотосъемки высокого разрешения (метрового). Можно заказать эти снимки из архива или выполнить аэрофотосъемку. Провести пространственную привязку снимков – подгрузить, а затем провести векторизацию.

- Второй способ – при наличии антенны, приемника GPS (и специализированного программного обеспечения) объехать или обойти границы поля (полей), загрузить полученные данные в ГИС, и по ним уже векторизировать границу полей. В качестве подложки можно использовать снимки низкого разрешения (15-20м на пиксель) из интернета.

Средние цены по Украине проведения «обхода поля» GPS приемником при составлении электронной карты поля составляет 3,0 – 3,5 грн./га., а архивная съемка участка 5х5 км для определения границ поля с точностью 0,5 м – составляет 220 грн. После получения точных границ полей необходимо выбрать программное обеспечение для обработки этих данных и формирования электронной карты полей.

В настоящее время существует множество программных продуктов для создания и поддержки электронной карты поля: универсальные ArcGIS; MapInfo; Quantum GIS, специализированные – Agro Ney; Понорама – АГРО.

Наиболее дешевая и простая в использовании ГИС – программное обеспечение – Quantum GIS/

После загрузки в программу границ полей вносят дополнительную информацию о поле: - периметр участка, площадь, культура, тип почв и т.д.. В существующую базу данных вносят и результаты, агрохимического обследования полей – содержание основных элементов: азота, фосфора, кальция, калия, гумуса и т.д.

В Крыму агрохимические обследования полей могут быть проведены организациями Укргипросад; Крымгосплородолие; институт «Земельных ресурсов» (г.Симферополь). Следует учесть, что точки отбора проб почвы должны быть отмечены на электронной карте поля. Средние цены по Украине на агрохимическое обследование поля с проведением базового агрохимического анализа – 40 грн./га, расширенного анализа – 60 грн/га.

Создание электронной карты поля сложная и довольно затратная работа, в Крыму эту работу может выполнить организация ПАНГЕО (г.Симферополь), имеющая необходимое оборудование и специалистов с опытом разработки электронных карт.

Использование в хозяйстве электронных карт полей дает возможность фактически осуществлять точное земледелие. Прежде всего это средство инвентаризации земель, определяющее ресурсный потенциал хозяйства. Это средство позволяющее точно рассчитать нормы внесения удобрений и средств защиты растений.

Внесение удобрений и ядохимикатов можно проводить дифференцированно в различных частях поля, что позволит экономить 10-15% удобрений, не перенасыщать почву ядохимикатами. Появляется возможность вести паспорта полей севооборота, осуществлять мониторинг техники, определять не только расход топлива, но и контролировать использование рабочего времени механизаторами.

Влажным элементом точного земледелия является система картирования урожайности зерновых культур на поле - составление электронной карты урожайности. Мониторинг урожайности необходим для выявления неравномерности урожая в пределах поля, что позволяет определить причину снижения урожайности в отдельных частях поля. Причин снижения урожайности может быть много, это и дефицит питательных веществ в почве, переуплотнение почвы, отсутствие дренажа засоренность сорными растениями и др. Получение объективных данных урожайности дает возможность выявить проблемные зоны, правильно принять агрономические и управленческие решения при разных начальных условиях и вариантах обработки полей, дать экономическую оценку выполненным работам.

Термин мониторинга урожайности можно определить как измерение собранной порции зерновых с определенной площади поля и представление результатов этих измерений в графической форме. Для этого на современных зерноуборочных комбайнах устанавливается антенна –приемник сигнала GPS

для позиционирования местоположения машины, система специальных датчиков, позволяющих с определенной периодичностью определять количество поступающего зерна, скорость комбайна, наклон молотилки, влажность зерна. Компьютер, установленный в кабине обрабатывает информацию и фиксирует ее в памяти. Так, например, по скорости комбайна, ширине захвата жатки, объема зерна поступающего в бункер ежесекундно определяется урожайность с определенной площади.

Компьютер фиксирует и демонстрирует на мониторе скорость комбайна, влажность зерна, убранную площадь, урожайность элементарного участка, среднее значение урожайности по полю, общий намолот зерна на поле, выделяет и окрашивает разным цветом участки поля в определенных интервалах урожайности. Например, участки поля с урожайностью 32-35 ц/га – красным цветом, с урожайностью 36-38 – зеленым и т.д. Строит гистограмму распределения урожайности в пределах поля: например, урожайность 32-35 ц/га – 40%; 36—38 ц/га-25% поля и т.д.

Полученная информация переносится на электронную карту поля и позволяет оптимизировать агрономические и управленческие решения.

К сожалению аппаратура и программное обеспечение комбайна для картирования урожайности довольно дорогая, 14-15 тыс. евро, и может быть установлено только на комбайны выпуска после 2008 года. При этом каждая фирма, изготавливающая зерноуборочный комбайн, выпускает датчики и программное обеспечение, которое можно установить только на свои машины. Хотя в настоящее время в хозяйствах Крыма более 500 современных зерноуборочных комбайнов, но по нашим данным, ни на одном комбайне не установлено оборудование для картирования урожая.

Для внедрения этого элемента точного земледелия необходимо крупным хозяйствам рекомендовать приобретать современные комбайны с оборудованием для картирования урожая.

Таким образом на сегодняшний день в Крыму можно применять отдельные элементы точного земледелия: работы сельскохозяйственных агрегатов по курсоуказателям и с подруливающими устройствами. Для внедрения всех элементов точного земледелия, в хозяйствах необходимо создать электронные карты полей, провести агрохимические обследования полей, зафиксировать данные на электронных картах, это дает возможность проверить внесения удобрений и ядохимикатов дифференцированно на отдельных участках поля. Требуется провести большую разъяснительную работу по освещению преимуществ экономической эффективности внедрения точного земледелия. Такая работа уже проводится в Крымском агротехнологическом университете, где планируется разработать в этом году электронные карты опытных полей и показать эффективность их применения.

Список использованных источников:

1. Беренштейн И.Б. Перспектива применения системы точного земледелия в АПК Крыма. Научні праці Південного філіалу «Кримський агротехнологічний університет» НАУ, Симферополь, 2007.
2. Медведев В.В. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Хрьюков. 2007.
3. Вороков В., Мансуров И., Огороков Ю. Журнал «Новое сельское хозяйство».-№3. 2005. Москва.
4. Спутниковая навигация в сельском хозяйстве, информационный центр «Геомир». – Москва, 2005.
5. Универсальная система мониторинга подвижных объектов AGRO – TRACK/ ИЦ «Геомир». – Москва, 2005.

Беренштейн И.Б.
Використання елементів системи точного землеробства в Криму

В статі наведено досвід впровадження елементів точного землеробства в сільськогосподарських підприємствах Криму, переваги нових технологій та необхідні фінансові втрати для широкого впровадження системи в виробництво.

Ключові слова: автопілот, спутник, агрегат, навігація, землеробство.

Berenshtejn I.B. Prospects of using elements, precision farming in the Crimea

The article discusses the possibility of using elements precision farming in the agricultural farms in the Crimea, their features and advantages over old methods. The comparative analysis of the economical advantages.

Keywords: sputnik, navigation, avtopilot, tractor, aggregate.