

УДК 631.17:528.4

**ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ  
И ИХ КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****М.А. ГЕРАСИМОВА***(Представлено: П.Ф. Парадня)*

*В статье рассмотрены теоретические аспекты технологии точного земледелия и преимущества использования в агропромышленном комплексе. Представлены характеристики аппаратной и программной составляющих данной технологии. В контексте материала уделено внимание картографо-геодезическому обеспечению точного земледелия.*

Сельское хозяйство является важной отраслью экономики Республики Беларусь, обеспечивающей продовольственную безопасность и экспортный потенциал. От его развития зависит экономический рост, состояние окружающей среды и его благосостояние. С развитием технологий возник вопрос об улучшении данной отрасли. С помощью технологий точного земледелия можно увеличить объёмы выращиваемой сельскохозяйственной продукции, уменьшить расходы и использование химикатов в обработке полей, что даст улучшение состояния окружающей среды. Поставленную задачу решает новое направление под названием точное (прецизионное) земледелие, которое в настоящее время получает все большее распространение во многих странах, в том числе некоторых районах Республики Беларусь.

Точное земледелие — это система управления продуктивностью посевов, основанная на использовании комплекса спутниковых и компьютерных технологий. Вместо того чтобы пахать, сеять, вносить удобрения «на глаз», как это делалось на протяжении всей предыдущей истории сельского хозяйства, сегодня можно точно рассчитать количество семян, удобрений и других ресурсов для каждого участка поля с точностью до метра. На основе спутниковых данных и данных, полученных в лабораториях, составляется карта участка местности, которая даёт возможность в дальнейшем более рационально использовать ресурсы, что позволяет избежать недостатка удобрений или их перерасход в отдельных местах поля [1].

Концепция точного земледелия впервые появилась в Соединенных Штатах в начале 1980-х годов. Конструкторы понимали, что система точного земледелия должна быть основана на последних достижениях электроники. Но первые эксперименты показали, что приборы не приспособлены для использования в трудных условиях, требуют дорогостоящего ремонта и обслуживания. Это подвигло создать специальные адаптированные микропроцессоры, электронные приборы, а также различного рода датчики.

Однако, использование данных технологий принесло много финансовых затрат. В связи с этим во многих странах стали предпринимать способы, чтобы упростить и снизить стоимость агрегатов. Для этого стали использовать специальные электронные приборы, которые были способны определять урожайность, одновременно записывая эту информацию с координатами в бортовой компьютер, который в свою очередь передавал эти сведения на обработку. Это позволило составить карту участка местности с агрохимическим составом почвы и урожайности.

Технология успешно зарекомендовала себя и начала использоваться в США, Канаде, Бразилии и в странах Европы. В настоящее время к работе по изучению технологий точного земледелия присоединились Венгрия, Чехия, Словения и Эстония. Причем в создании качественно новых, высокоточных и высокопроизводительных машин западноевропейские страны значительно обошли США и Канаду.

В последние годы система точного земледелия используется в лишь небольшом количестве сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь. В первую очередь это связано с финансовыми трудностями. Как говорилось ранее, точное земледелие — это множество отдельных технологий, которые внедряются в производство по усмотрению руководителей агропредприятий или собственников различных хозяйств, так как это позволяет использовать не все технологии сразу, а лишь некоторые из них.

Точное земледелие состоит из программного и аппаратного обеспечений. К программному обеспечению относят технологии, связанные с компьютерным процессом обработки, получения и вывода информации. Аппаратное обеспечение представляет собой использование различного назначения сельскохозяйственной техники, датчиков, механизированных процессов и т.п. В основе системы точного земледелия лежит составление карт участков местности с их полными характеристиками. Не следует путать эти карты с кадастровыми, которые существуют для каждого поля и не несут никакой полезной информации в производственном процессе, кроме определения границ участка. Помимо этого, необходимы точные данные о химическом составе почвы, залегании подземных вод, рельефе местности [2]. Это необходимо для более точного применения различных спутниковых и компьютерных технологий. Составление карт осуществляется различными методиками: взятие проб грунта с целью дальнейшего проведения лабораторных анализов, получение информации со спутников, общий анализ каждого участка.

Карты составляются в электронном виде с помощью специальных компьютерных программ, которые интегрируют их с остальным оборудованием. На основе полученных электронных карт создают точные инструкции по количеству удобрений, семян, воды, которые нужно внести на каждый участок поля. Эти инструкции загружаются в компьютеризированную сельхозтехнику, выходящую в поле. Далее машина обрабатывает поле с минимальным участием человека, который просто контролирует правильность исполнения этих инструкций. Руководствуясь инструкциями и ведомая с помощью спутниковой навигации, машина сама регулирует количество вносимых удобрений и семян на каждом участке поля. При этом исключаются просветы и нахлесты между обработанными участками.

Система параллельного вождения является одной из самых доступных технологий точного земледелия, так как она требует наименьшего материального вложения для ее внедрения и позволяет получать больший эффект. Основана она на использовании спутниковой навигации. Еще более доступной технологией параллельного вождения становится, если использовать бесплатный GPS-сигнал. В этом случае движение сельскохозяйственной техники осуществляется с точностью до 30 см, а при использовании платного сигнала точность доходит до 2,5 см, что позволяет радикально сократить площадь необработанных или повторно обработанных участков поля. Благодаря этому получается снизить затраты на используемые ресурсы – семена, удобрение, топливо.

Применение современных девайсов (ноутбуков, планшетов, смартфонов) также является частью систем точного земледелия. Установив на них специализированное программное обеспечение и приложения можно более оперативно отслеживать и анализировать состояние полей во время выездов на местность. Автоматизирование многих процессов привело к созданию роботизированных систем, которые способны справляться с разного рода сельскохозяйственными задачами, как полив, посев, внесение удобрений, поддержание благоприятного климата [3].

Дифференцированное внесение жидких и твердых удобрений и ядохимикатов по полю в соответствии с технологической картой с целью уменьшения расхода удобрений и увеличения урожайности обеспечивается системами дифференцированного внесения, включающих бортовой компьютер со встроенным приемником DGPS, антенну EGNOS GPS, чип-карту для обмена с внешними системами и программное обеспечение. Разместив в полях беспроводные датчики, можно в реальном времени отслеживать состояние посевов, уровень влажности почвы и другие важные параметры удаленно и вовремя реагировать на изменения. Это позволяет избежать выезда на местность, которое требует времени и затрат на топливо. Также программное обеспечение позволяет контролировать все процессы находясь в одном месте, что даёт большое удобство для работодателя.

Благодаря возможности фрагментарного использования систем точного земледелия, многие сельхозпредприятия выбирают для себя технологии, которые подходят им для решения определённых задач с учетом особенностей их участка местности и финансово. Применение датчиков урожая обеспечивает определение урожайности и влажности зерна с единицы площади, с учетом местоположения комбайна и неровностей поля. Система может устанавливаться на любой комбайн. В ее состав, помимо GPS приемника, входят: оптический датчик объема зерна в бункере, датчик влажности зерна, датчик поперечных и продольных отклонений, электронно-вычислительный модуль определения урожайности, бортовая информационная система, карточка памяти, калибратор [4].

Важным элементом во многих технологиях точного земледелия является применение датчиков GPS-мониторинга. Это позволяет не только создавать системы управления для построения маршрута сельскохозяйственной техники при движении по полю, но и для отслеживания ее местоположения на местности, что повышает уровень безопасности и уменьшает возможность краж на производстве. По результатам GPS-измерений программное обеспечение выполняет постобработку и выдает оператору информацию о текущих координатах нахождения объекта, его скорости, пройденном расстоянии, обработанной площади, расходе топлива.

На основе данных, хранящихся на сервере, осуществляется определение местоположения техники и отображение его на специализированной карте. Таким образом, можно видеть перемещение автомобильной и сельскохозяйственной техники на фоне электронной карты полей. Параметры, измеряемые дополнительно установленными датчиками, отображаются в виде условных знаков, текстовых надписей, графиков и диаграмм. Диспетчерский центр ведет накопление измеряемых параметров в целях формирования отчетов по установленным формам. Также через средства диспетчерского центра осуществляется голосовая связь с водителями сельскохозяйственной техники. При помощи системы решаются задачи учета фактических работ. На основе информации, поступающей в автоматизированную систему, осуществляется формирование отчетов и проводится сравнительный анализ. Статистические данные могут быть подготовлены для размещения на Web-серверах предприятий для обеспечения удаленного доступа к ним. Таким образом, становится возможным проведение анализа указанной информации на любом компьютере, подключенном к сети Internet.

Для отображения картографической и отчетно-справочной информации в среде Internet можно использовать GIS WebServer. Это серверное программное обеспечение позволяет настраивать внешний вид

и состав Web-страниц. При этом основным содержанием страницы является графическое представление карт, растров и прочей географически привязанной информации. GIS WebServer предоставляет конечному пользователю Web-интерфейс для работы с отчетными картами и таблицами базы данных в виде сгенерированных Web-страниц, обращение к которым производится стандартным браузером [5].

Использование технологий точного земледелия в сельском хозяйстве дает ряд преимуществ: минимизация затрат на сырьё и материалы, улучшение характеристик используемых участков земли и др. Это способствует улучшению качества получаемой продукции, повышению урожайности и снижению негативного влияния на окружающую среду. Однако, на пути внедрения данных технологий стоит несколько препятствий, которые с определенной долей условности можно назвать недостатками: высокая стоимость использования аппаратных средств, сложность использования этих технологий из-за недостаточного количества специалистов в данной сфере и отсутствия практического опыта. И всё же эти недостатки нельзя считать существенными.

Картографо-геодезическое обеспечение в свою очередь является неотъемлемой частью точного земледелия. Использование современных методов координирования границ полей дает возможность эффективного использования ресурсов сельхозпредприятий, а картографическая основа позволяет реализовывать организацию работы и управление сельскохозяйственной техникой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое точное земледелие и зачем оно применяется [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ttz.by/about-technology/>. – Дата доступа: 11.09.2022.
2. Принципы точного земледелия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ursn-nnov.ru/news/723/?nid=8730&a=entry.show>. – Дата доступа: 10.09.2022.
3. Точное земледелие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://сельхозпортал.рф/articles/tochnoe-zemledelie/>. – Дата доступа: 10.09.2022.
4. Сущность системы точного земледелия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kas32.com/post/view/21>. – Дата доступа: 10.09.2022.
5. ГИС ПАНОРАМА – GIS WebServer AGRO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gisinfo.ru/products/giswebserveragrose.htm>. – Дата доступа: 10.09.2022.