

А.А. Воробьев

аспирант

М.К. Жудро

доктор экономических наук, профессор

БГЭУ (Минск)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В статье приведен подробный анализ методологии использования спутниковых технологий (GPS/ГЛОНАСС) в агропромышленном комплексе, претенциозного земледелия. Рассмотрены базы данных, анализ баз данных, применение полученных результатов, мониторинг транспортных средств, а так же опыт и перспективные направления внедрения и развития технологии претенциозного земледелия в Республике Беларусь.

The paper presents a detailed analysis of methodologies for the use of satellite technology (GPS/GLONASS) in agribusiness, agriculture pretentious. Database development, analysis of databases, application of the results, monitoring of vehicles, as well as experiences and future directions of implementation and development of technology pretentious farming in the Republic of Belarus discussed in this article.

Введение

В основе научной концепции точного земледелия лежат представления о существовании неоднородностей в пределах одного поля. Для оценки и детектирования этих неоднородностей используются новейшие технологии, такие как системы глобального позиционирования (GPS/ГЛОНАСС), специальные датчики, аэрофотоснимки и снимки со спутников, а также специальные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем (ГИС). Собранные данные используются для более точной оценки оптимальных плотностей посева, расчета норм внесения удобрений и средств защиты растений (СЗР), более точного предсказания урожайности и финансового планирования. Главное условие данной концепции — принимать во внимание локальные особенности почвы — климатические условия. В отдельных случаях это может позволить легче установить локальные причины болезней или уплотнений.

В развитых странах точное земледелие ассоциируется не с концепцией устойчивого земледелия, а с мейнстримом в агробизнесе, который стремится максимизировать прибыль, производя затраты только на удобрение тех участков поля, где удобрения действительно необходимы. Следуя этим идеям, агропроизводители применяют технологии переменного или дифференцированного внесения удобрений в тех участках поля, которые идентифицированы с помощью GPS-приемников и где потребность в определенной норме удобрений выявлена агротехнологом при помощи карт агрохимобследования и урожайности. Поэтому на некоторых участках поля норма внесения или опрыскивания становится меньше средней, происходит перераспределение удобрений в пользу участков, где норма должна быть выше, и тем самым внесение удобрений оптимизируется.

Точное земледелие может применяться для улучшения состояния полей и агроменеджмента по нескольким направлениям:

- агрономическое — с учетом реальных потребностей культуры в удобрениях совершенствуется агропроизводство;
- техническое — совершеннее тайм-менеджмента на уровне хозяйства (в том числе, улучшается планирование сельскохозяйственных операций);
- экологическое — сокращается негативное воздействие сельхозпроизводства на окружающую среду (более точная оценка потребностей культуры в азотных удобре-

ниях приводит к ограничению применения и разбрасывания азотных удобрений или нитратов);

- экономическое — рост производительности и/или сокращение затрат повышают эффективность агробизнеса (в том числе сокращаются затраты на внесение азотных удобрений).

Предметом исследования в работе является успешное внедрение претенциозного земледелия в агропромышленном комплексе Республики Беларусь.

Целью работы является разработка методологических основ успешного внедрения и развития, телекоммуникационных, спутниковых технологий (GPS/ГЛОНАСС) для реализации технологии точного земледелия.

Для достижения цели поставлены следующие задачи: анализ методологии механизма претенциозного земледелия; опыт применения телекоммуникационных спутниковых технологий в Республике Беларусь.

В работе используются научные методы: сравнения, обобщения, анализа, аналитическо-математического счета.

Элементами научной новизны в представленной работе выступают: рассмотрение полной методологии внедрения технологии претенциозного земледелия, на основании наработанного опыта стран — лидеров отрасли, определение перспективных направлений развития технологии точного земледелия в рамках агропромышленного комплекса в условиях нестабильных погодных условий и ограниченных ресурсов.

Результатом проведенной работы является методология имплементации претенциозного земледелия и обоснование целесообразности внедрения технологии в агропромышленном комплексе.

В работе были использованы научные труды Е. Бельского, С.И. Ляха, С.А. Антошук, И.М. Михайленко, В.П. Якушева и др.

Практическая значимость результатов проведенной работы заключается в их направленности на сокращение расходов и себестоимости, а также повышения уровня рентабельности и, следовательно, конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса Республики Беларусь.

Основы механизма внедрения технологии

Разработка базы данных. Первый этап внедрения технологии точного земледелия — это разработка базы данных, где будут находиться сведения о площади, урожайности, агрохимических и агрофизических свойствах почвы и уровне развития растений.

Для сбора информации используются дистанционные методы зондирования, в частности, аэрофотосъемка и спутниковые снимки, уборочная техника, оборудованная системой мониторинга урожайности, автоматические почвенные пробоотборники совместно с GPS-приемниками и т.д. На этом этапе в первую очередь необходимо провести инвентаризацию полей.

На основании полученных данных составляется электронная карта, с помощью которой уточняются границы территории хозяйства, а также реальная площадь. Это один из самых простых элементов технологии точного земледелия, без которого невозможно объективно оценивать производственный потенциал предприятия. После уточнения границ можно отобразить севооборотные площади для применения системы точного земледелия. Затем разбить поля на рабочие участки правильной формы, одинакового размера, удобные для обработки агрегатами.

Для сбора наиболее полной информации о хозяйстве, создаются многослойные электронные карты полей. Эксперты уверены, что в будущем они вытеснят свои бумажные аналоги, так как позволяют контролировать все сельскохозяйственные операции и оперативно принимать решения по их корректировке.

Незнание собственной посевной площади служит причиной не только неправильного учета урожайности и определения дозы удобрений, но и зачастую нецелевого использования ресурсов.

Для решения этих проблем в настоящее время применяется многослойная электронная карта полей. В отличие от своего предшественника (бумажной карты) все сведения для создания электронной карты получают и используют в цифровом виде. Затем на основании полученных из разных источников данных с помощью специального программного обеспечения составляется многослойная карта. Она состоит из нескольких тематических слоев, которые могут отображаться на экране компьютера в любом сочетании друг с другом, причем как по очереди, так и одновременно.

Анализ базы данных. Проанализировать полученную информацию можно благодаря специальному программному обеспечению с элементами геоинформационных систем. С помощью этих программ составляются технологические карты, которые затем используются для дифференцированного посева, внесения удобрений и СЗР. В зависимости от потребностей хозяйства также можно подключить пакет программ, например по животноводству или управлению предприятием. Этот этап наименее развит во всем мире, так как существующее программное обеспечение представляет собой в основном ГИС-пакеты с минимальным анализом.

Здесь должны появиться системы поддержки принятия решений (СППР), экспертные системы (ЭС) и программы, использующие математические модели. Именно на этом этапе Беларусь имеет все шансы стать лидером по производству соответствующих программных продуктов, если будут привлечены необходимые кадры и инвестиции.

Программы для анализа полученной информации в основном решают проблемы управленческого, бухгалтерского и налогового учета в сельском хозяйстве, как, например, «АдептИС: Агрокомплекс». Но лишь немногие из них способны обеспечить информационную поддержку технологии точного земледелия. К наиболее известным относятся «Агрохолдинг», «Аграр-офис», John Deere Office и др. Причем среди них есть как комплексные продукты, совместимые с различными ГИС, так и модульные программы.

Применение результатов анализа. На третьем этапе внедрения технологии точного земледелия полученную и проанализированную информацию используют при проведении агротехнологических операций, в основном при дифференцированном внесении удобрений и СЗР, а также при посеве. Данный этап самый сложный. Здесь необходима специализированная техника, которая должна быть снабжена бортовыми компьютерами, GPS-приемниками и различными датчиками, которые позволяют корректировать дозы удобрений, СЗР и семян с учетом потребностей на конкретном участке поля. Для более точного выполнения операций возможно приобретение системы параллельного вождения. Такое устройство позволяет выполнять агротехнологические операции даже ночью с точностью до нескольких сантиметров. Системы параллельного вождения могут использоваться не только при дифференцированном выполнении операций, но и как самостоятельный элемент технологии точного земледелия.

Дифференцированное внесение удобрений и СЗР с использованием систем навигации позволяет на 30 % повысить урожайность, а также в 2 раза сократить затраты на их приобретение [7, с. 107].

Дифференцированное внесение удобрений — это самый «продвинутый уровень» технологии точного земледелия, что требует значительных инвестиций. Это не только использование систем навигации во избежание огрехов и перекрытий, но и распределение питательных элементов с учетом агрохимических показателей конкретного участка поля.

Мониторинг транспорта. Для предотвращения нецелевого использования ресурсов на сельхозпредприятиях, а также контроля выполнения агротехнических операций техника оборудуется телематическими терминалами-модулями GPS/GSM, которые оп-

ределяют текущие координаты объекта (GPS) с заданной периодичностью и передают их по каналу GSM на стационарный диспетчерский пункт. Далее данные регистрируются и отображаются в графической форме — на электронной карте полей [10, с. 241].

Благодаря этим данным, диспетчер в режиме реального времени может отследить маршрут и скорость передвижения агрегатов, пункты и длительность остановок, а следовательно, и оперативно управлять ими в соответствии с меняющейся обстановкой. Как правило, система мониторинга состоит из телематических терминалов, устанавливаемых на технику, датчиков расхода топлива, сервера приема, обработки и хранения полученной информации, а также автоматизированного рабочего места диспетчера (АРМ).

Состав компонентов бортового терминала и его цена зависят от наличия резервного питания, возможности подключения дополнительных устройств — датчиков, блоков памяти, которые позволяют запоминать данные в периоды нарушения мобильной связи, что нередко случается при проведении полевых работ, и вида сельскохозяйственной техники. Например, самый простой терминал состоит из GPS-приемника, процессора с памятью, рассчитанной на 8–10 ч работы агрегата. Данные с такого терминала можно считать только путем подключения к нему компьютера. Предприятию он обойдется примерно в 300–400 дол. США. Более функциональные терминалы имеют каналы беспроводной связи и разъемы для подключения аналоговых и цифровых датчиков контроля функционирования агрегата или параметров выполняемой агротехнологической операции. С помощью таких датчиков можно получить данные об объеме и влажности убираемого зерна, остатке удобрений или СЗР в бункере, усилие на бугеле, глубине погружения сошников и т.п. Кроме того, по желанию заказчиков терминалы и базовая станция автоматизированного рабочего места диспетчера могут оснащаться комплектом громкой связи.

Опыт применения спутниковых технологий в Республике Беларусь

На сегодняшний день технология точного земледелия уже не является новинкой на рынке, система прошла необходимые испытания и продолжает успешно совершенствоваться и внедряться в агропромышленные комплексы развитых стран. Применение систем точного земледелия позволяет достигать значимого экономического эффекта посредством:

- сокращения расхода семян и удобрений до 30 %, при одновременном росте урожайности;
- оптимизации использования сельхозтехники, сокращения простоев и нецелевого использования до 30 %.

В Республике Беларусь также проводились разработки, которые позволяли увеличить точность и качество обработки почвы. Известны механические устройства, пенные маркеры, агротехнические и организационные приемы, позволяющие повысить точность вождения агрегатов для внесения удобрений и химических средств защиты растений. РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработал пенный маркер МПУ-1, в котором используется отечественный пенообразователь «Синтек». Масса маркера составляет 15 кг, рабочая скорость агрегата — до 20 км/ч, вместимость емкости для раствора пенообразователя — 20 л, частота образования меток — 25–30 меток/мин, объем меток — 0,4–0,8 л, стойкость пены — 20 мин, кратность пены — 200, расход пенообразующего раствора — 200–350 мл/мин. По данным ГУ «Белорусская машиноиспытательная станция», годовой экономический эффект от использования маркера МПУ-1 с опрыскивателем ОТМ-2-3 превышает 21 млн р. [3, с. 44]. Но на сегодняшний день все более широкое распространение получают спутниковые технологии.

В нашей стране исследования сельхозугодий до сих пор проводятся по старинке, причем в буквальном смысле «по диагонали», когда специалист берет пробы почвы вручную, пересекая поле от одной крайней точки до другой, а удобрение полей происходит по нехитрой и не всегда эффективной формуле: зное количество килограммов на гектар. Первым в Беларуси перенять зарубежный опыт решился СПК «Агрокомбинат «Снов» — крупнейший производитель сельхозпродукции в Несвижском районе Минской области [9].

Обеспечить оптимальное питание выращиваемых культур здесь собираются при помощи метода точного внесения удобрений, при котором минеральные вещества распределяются по полю неравномерно, на основании данных картограммы поля. Свои услуги по комплексному обследованию земель на содержание микроэлементов предприятию предложила немецкая фирма «AgriCon» [9]. Уже весной следующего года на угодьях СПК «Снов» появится зарубежная техника, позволяющая делать полный анализ почв прямо на месте, при движении. Представители немецкой фирмы поставщика уверяют, что увеличение урожайности при использовании этой технологии может достигать до 10 %. При средней урожайности 80 ц с гектара такая прибавка означает, что данный показатель может увеличиться до 88 ц. Далее: с 2,5 тыс. га (именно столько отдано под зерновые культуры) хозяйство сможет дополнительно получать 2000 т зерна в год. Экономический эффект значимый.

В следующем году новшество опробуют на 1000 га, отведенных под зерновые культуры: озимых пшенице, ячмене, тритикале. Результаты станут ясны по окончании уборочной кампании и замера урожайности на каждом участке. И если ожидания оправдаются, технология точного внесения удобрений будет применяться на всех посевных площадях агрокомбината [9].

Претенциозное земледелие приводит к экономии средств защиты растений, энергоносителей и семенному материалу, поскольку задействованы сберегающие технологии, а в конечном счете — к росту производительности, снижению себестоимости и повышению эффективности хозяйствования. При этом весь производственный цикл отслеживаются документально, в электронной форме, что гарантирует высокое качество продукции. При этом хозяйственный субъект будет знать, кто и как выполнил определенную технологическую операцию.

Данная технология имеет высокие показатели эффективности, что в свою очередь обуславливает значимость имплементации этого решения в агропромышленном комплексе Республики Беларусь. Интенсивный рост производительности, снижение себестоимости, повышение рентабельности, применение ресурсосберегающих технологий — далеко не все факторы, сопутствующие успешному применению претенциозного земледелия в Республике Беларусь, но применение технологии необходимо производить комплексно, в рамках государственной программы.

Заключение

В результате проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1. Первый и основополагающий этап внедрения технологии точного земледелия — это разработка базы данных, где будут находиться сведения о площади, урожайности, агрохимических и агрофизических свойствах почвы и уровне развития растений.

2. Анализ полученной информации проводится посредством специального программного обеспечения с элементами геоинформационных систем. С помощью этих программ составляются технологические карты, которые затем используются для дифференцированного посева, внесения удобрений и СЗР. В зависимости от потребностей хозяйства также можно подключить пакет программ, например, по животноводству или управле-

нию предприятием. Этот этап наименее развит в мире, так как существующее программное обеспечение представляет собой в основном ГИС-пакеты с минимальным анализом.

3. На третьем этапе внедрения технологии точного земледелия полученную и проанализированную информацию используют при проведении агротехнологических операций, в основном при дифференцированном внесении удобрений и СЗР, а также при посеве. Необходима специализированная техника, которая должна быть снабжена бортовыми компьютерами, GPS-приемниками и различными датчиками, которые позволяют корректировать дозы удобрений, СЗР и семян с учетом потребностей на конкретном участке поля.

4. Для предотвращения нецелевого использования ресурсов на сельхозпредприятиях, а также контроля выполнения агротехнических операций техника оборудуется телематическими терминалами-модулями GPS/GSM, которые определяют текущие координаты объекта (GPS) с заданной периодичностью и передают их по каналу GSM на стационарный диспетчерский пункт.

5. Претенциозное земледелие приводит к экономии средств защиты растений, энергоносителей и семенному материалу, поскольку задействованы сберегающие технологии, а в конечном счете — к росту производительности, снижению себестоимости и повышению эффективности хозяйствования. Весь производственный цикл отслеживают документально, в электронной форме, что гарантирует высокое качество продукции, при этом хозяйственный субъект будет знать, кто и как выполнил определенную технологическую операцию.

Л и т е р а т у р а

1. *Артемов, С.* Проходим космос-контроль / С. Артемов, Н. Жданович // Республика [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://respublika.info/5062/selhoz/article41465/>
2. *Бельский, Е.* Уборка урожая с GPS-навигацией / Е. Бельский // TECHLABS [Электронный ресурс]. — 2009. — Режим доступа: http://news.techlabs.by/14_60435.html
3. *Лях, С. И.* О точном вождении агрегатов при внесении удобрений и пестицидов / С. И. Лях, С. А. Антошук // Белорус. с.х. — 2008. — № 12(80) — С. 43–45.
4. Навигационная система GPS/ГЛОНАСС управление и контроль автотранспорта КАП // КАП Оператор спутникового контроля за автопарком [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://www.cap.by/pages/solutions/>
5. Необходимое уточнение // СБ Беларусь сегодня [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://sb.by/post/110172/>
6. Минский часовой завод «Луч» начал выпускать GPS-навигаторы // БЕЛТА Фотохроника Беларуси [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: http://www.photobelta.by/ru/photos?theme_id=21264&id=97922
7. *Михайленко, И.М.* Управление системами точного земледелия / И.М. Михайленко. — СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2005. — 234 с.
8. Модели производственного процесса сельскохозяйственных культур / Р.А. Полуэктова [и др.]; под общ. ред. Р.А. Полуэктова. — СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. — 396 с.
9. *Филипкова, И.* Белорусские аграрии осваивают технологию точного внесения удобрений с привязкой к спутниковой навигации / И. Филипкова // TUT.BY Белорусский портал [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://news.tut.by/economics/art209926.html>
10. *Якушев, В.П.* Информационное обеспечение точного земледелия / В.П. Якушев, В.В. Якушев; под ред. В.П. Якушева. — СПб.: ПИЯФ РАН, 2007. — 384 с.
11. *Якушев, В.П.* На пути к точному земледелию / В.П. Якушев. — СПб.: ПИЯФ РАН, 2002. — 458 с.
12. GPS-навигация ARAG // Remkom LTD [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: <http://remkom.by/index.php?option=content&task=view&id=54>

Статья поступила в редакцию 24.01.2011 г.