

СИСТЕМА ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В СОВРЕМЕННЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

Г. Личман, д-р тех. наук, **Н. Марченко**, д-р тех. наук, **А. Марченко**,
*Всероссийский научно-исследовательский институт механизации
сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук*

В статье рассматриваются аспекты системы точного земледелия в современных агротехнологиях

Ключевые слова: *агротехнологии, точное земледелие, технологические операции, посев, уборка, удобрение.*

Деятельность ученых, работающих в области сельскохозяйственного производства, направлена на повышение эффективности производства, увеличение выхода сельскохозяйственной продукции и сырья для промышленности необходимого качества с единицы площади без существенного повышения расхода энергоресурсов или даже их снижения при сохранении окружающей среды от загрязнения и разрушения.

В значительной мере этим условиям отвечает точное земледелие. Суть точного земледелия – это выполнение всех сельскохозяйственных операций при возделывании сельскохозяйственных культур, которое включает: предпосевную обработку почвы, внесение удобрений, уход за посевами (внесение удобрений, борьба с сорняками, болезнями и вредителями, применение регуляторов роста, полив и т. д.), уборку, послеуборочную обработку и хранение, с учетом пространственной и временной изменчивости параметров плодородия почвы, состояния растений, природно-климатических условий с целью создания наиболее благоприятных условий для роста и развития растений.

Эта система земледелия характеризуется комплексом качественно новых признаков, обуславливающих:

- более высокую реализацию генетического потенциала новых сортов и гибридов при получении запрограммированных урожаев;
- уменьшение зависимости продуктивности и экологической устойчивости агроэкосистем от погодных и других факторов риска;
- получение высококачественных и безопасных продуктов питания и сырья для промышленности;
- снижение расхода техногенной энергии на каждую дополнительную единицу продукции;
- снижение загрязнения и разрушения природной среды.

Основными составляющими точного земледелия являются три блока:

- Блок получения информации о пространственной и временной изменчивости параметров плодородия поля и состояния растений в глобальной системе позиционирования (GPS, ГЛОНАСС);

- Блок анализа и интерпретация полученной информации с целью принятия оптимальных управленческих решений о дифференцированном воздействии на систему «почва-растение с целью получения планируемой урожайности сельскохозяйственной культуры;

- Блок реализации принятых управленческих решений с использованием автоматизированных компьютеризированных технических средств, способных работать в соответствии с электронными картами в глобальной системе позиционирования.

Реализация точной технологии в настоящее время стала возможной благодаря появлению и развитию таких прогрессивных технологий, как:

- глобальные системы позиционирования (GPS (США), ГЛОНАСС (Россия));
- быстродействующие компьютеры с большой памятью, способные обрабатывать и хранить большие объемы информации;

- географические информационные системы (GIS) для обработки и анализа пространственно-распределенной информации, представления ее в виде электронных карт различного масштаба;

- датчики для получения информации об агрохимических и физико-механических параметрах почвы, состоянии растений в реальном масштабе времени;

- автоматизированные и компьютеризированные системы контроля и управления механизированными технологическими процессами возделывания сельскохозяйственных культур.

Первые попытки внедрения отдельных элементов точного земледелия в сельскохозяйственное производство при выполнении таких технологических операций, как обработка почвы, внесение удобрений, мелиорантов и химических средств защиты растений, посев, мониторинг урожайности были предприняты в середине 80-х годов прошлого столетия.

Основная обработка почвы с разноточным *дифференцированным* рыхлением подпахотного горизонта, ранневесенняя обработка с *дифференцированным* рыхлением поверхности поля, междурядная обработка посевов свеклы с *дифференцированным* качеством и глубиной рыхления почвы за счет более правильного выбора режимов работы, основываясь на карте распределения типа почвы по полю, влажности, уплотнения обеспечит:

- повышение биологической активности и плодородия почвы;
- однородную комковатость почвы и сохранение влаги;
- выровненность фона почвы, снижение испарения влаги;
- повышение биологической активности почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Локальное припосевное внесение дифференцированных доз фосфорных удобрений, мелко-дифференцированное внесение азотных удобрений, дифференцированное применение мелиорантов на основе электронной карты рационального выполнения операций в системе GPS позволит:

- повысить окупаемость удобрений в 2-2,5 раза, в том числе 1 кг действующего вещества минеральных удобрений с 4-5 кг условных зерновых единиц до 8-10 кг;

- снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду;
- получить чистые продукты питания человека и кормов животных.

Дифференцированное применение химических средств защиты растений (СЗР) в зависимости от вида засорения, численности сорняков и популяций вредителей обеспечит:

- высокую избирательность СЗР и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду в 1,5-2 раза;

- снижение в 1,5-3,5 раза расхода химических средств защиты растений.

Дифференцированный посев зерновых (по глубине, по норме высева) с учетом рельефа поля, глубины залегания продуктивной влаги обеспечит:

- максимальную реализацию сортовых особенностей семян;
- оптимальную густоту посевов;
- экономию до 25% посевного материала;

- снижение повреждаемости растений при междурядной обработке пропашных культур.

Дифференцированный мониторинг урожайности и качества зерна при комбайновой уборке зерновых в системе глобального позиционирования позволит:

- построить карты урожайности убираемой культуры и получить информацию для оценки пестроты параметров плодородия поля;

- повысить производительность уборочных агрегатов и качество зерна;

- снизить потери зерна за счет оптимизации режимов работы комбайна с использованием данных о распределении урожайности по полю, полученной в результате дистанционного зондирования в принятой системе позиционирования;

- осуществлять дифференцированную подачу зерна различного качества (по влажности, засоренности) в различные бункеры.

В настоящее время элементы точного земледелия наиболее широко используются при применении удобрений и других средств химизации (известки, химических средств защиты растений). Это обусловлено в первую очередь тем, что:

- химизация сельскохозяйственного производства – наиболее эффективный фактор управления производственным процессом и формирования высокопродуктивного сельского хозяйства;

- химизация – наиболее “опасный” в экологическом плане фактор сельхозпроизводства;

- химизация – фактор, посредством которого можно наиболее эффективно решать проблему энергоресурсосбережения;

- химизация – фактор, предопределяющий качество сельскохозяйственной продукции;
- химизация очень тесно связана с условиями работы (запыленность, испарения и т. д.).

По данным американских специалистов, прибыль от внедрения в сельское хозяйство технологии дифференцированного применения удобрений составляет от 50 до 600 \$ США с гектара. Такая технология является надежной гарантией устойчивого сельскохозяйственного производства и эффективного энергоресурсосбережения. Применение новой технологии внесения минеральных удобрений при возделывании сахарной свеклы дает американским фермерам прибыль до 360 долларов с 1 гектара. Есть основание считать, что показатели экономической эффективности от внедрения новых разработок в Российской Федерации будут сопоставимы с достигнутыми результатами в США.

Наиболее активно и результативно теоретические и экспериментальные исследования по точному земледелию и введению его в практическое сельскохозяйственное производство ведутся в США, Англии, Австралии, Германии, Дании, Японии. Начаты исследования в Венгрии, России, Индии, Китае, Аргентине. Об этом свидетельствуют научные публикации, Международные научные и научно-практические конференции, многообразие фирм, производящих оборудование и машины для точного земледелия.

Работы по решению тех или иных вопросов, связанных с координатным земледелием, ведутся практически в каждом университете США (штаты Миннесота, Иллинойс, Огайо, Техас, Орегон и др.) с широким привлечением студентов и аспирантов. В большинстве университетов США и европейских стран читаются курсы по различным вопросам координатного земледелия (глобальные системы позиционирования, методы и приборное обеспечение отбора проб в системе глобального позиционирования и др.). Эксперименты по определению пестроты плодородия полей, оценке урожайности на отдельных участках поля, дифференцированному посеву, внесению удобрений и применению химических средств защиты растений проводятся на многих сотнях гектаров фермерских полей.

На основе выполненных исследований ВИМом и ВНИИА (ВИУА) получены принципиально новые данные о характере влияния внутрипольной пестроты почвенного покрова на урожайность сельскохозяйственных культур, уровень засоренности посевов (в условиях агрополигона), а также об эффективности дифференцированного, почвоадаптивного внесения удобрений (в условиях модельных полевых опытов ЦОС ВИУА), которые были использованы при разработке технологий и создании технических средств для дифференцированного применения удобрений и других средств химизации.

Разработаны методологические подходы к обработке данных о внутрипольной неоднородности плодородия почвы, позволяющие в

оперативном режиме создавать электронные картограммы полей и автоматизированные программы по управлению технологическим процессом дифференцированного внесения удобрений, химических средств защиты растений и мелиорантов.

Результаты исследований, выполненные ВИМ, ВНИИА, Мордовском НИИСХ и др., показали, что дифференцированное внесение минеральных удобрений позволяет повысить их окупаемость не менее чем на 30%. Окупаемость азотных удобрений составила 15-16 кг зерна на 1 кг действующего вещества удобрений при нормативной окупаемости по высоким технологиям 7-8 кг.

Для широкой реализации технологии точного земледелия необходимо создать качественно новую технику, оснащенную высокоадаптивными рабочими органами, автоматизированной системой контроля и управления технологическим процессом, способную работать в системе глобального позиционирования. Управление высевом семян и удобрений должно осуществляться автоматизированно при помощи бортового компьютера в соответствии с электронной картой. Электронная карта разрабатывается на основе информации о пестроте параметров плодородия поля (N,P,K, pH, гумус и др.), программируемой урожайности с учетом оптимальных управленческих решений. Работа агрегатов должна осуществляться в принятой системе позиционирования, например GPS, GLONASS или в какой-либо другой.



Рисунок 1 – Мобильный диагностический агрегат МДА-СШ 30

В рамках работ по точному земледелию, проводимых ВИМ, ВНИИА (ВИУА), ВНИМС, Мордовским НИИСХ разработаны:

- макет мобильного диагностического агрегата МДА-СШ 30 для сбора информации о параметрах плодородия поля и состояния растений в период их вегетации (рис. 1);

- комбинированный агрегат для дифференцированного внесения минеральных удобрений и посева;

- агрегат для дробно-дифференцированного внесения азотных удобрений по стадиям онтогенеза;

- многофункциональный агрегат МДУ-7,2 с набором сменных адаптеров для локального и поверхностного внесения минеральных удобрений при предпосевной обработке поля, предпосевного внесения основной (85-90% от планируемой) и стартовой (10-15%) доз минеральных удобрений (рис. 2).

Мобильный диагностический агрегат МДА-СШ 30 обеспечивает сбор информации о параметрах плодородия поля и состоянии растений в период их вегетации. Полученная информация является важнейшим фактором в системе интенсивных технологий.

Диагностический агрегат оснащен приемником сигналов GPS, имеет адаптеры для выявления относительно однородных участков поля посредством оценки электропроводности почвы и пространственной вариабельности вегетативной массы растений.

Агрегат позволяет:

- оперативно отбирать пробы почвы в пахотном слое с целью определения содержания основных элементов питания N,P,K; кислотности рН, гумуса и микроэлементов почвы;

- определять плотность и влажность почвы на глубине до 30 см;

- определять потребность растений в азоте посредством измерения содержания хлорофилла в листьях растений с использованием N-тестера;

- оценить пространственную вариабельность вегетативной массы растений.

Использование диагностического агрегата позволит:

- сократить затраты труда в 8-10 раз при получении информации для построения электронных карт оптимального применения средств химизации;

- повысить окупаемость удобрений в 1,5-1,7 раз;

- снизить химическую нагрузку на окружающую среду;

- повысить качество получаемой продукции.



Рисунок 2 – Многофункциональный агрегат МДУ-7,2

Для дифференцированного применения удобрений при возделывании зерновых культур разработан экспериментальный образец многофункционального агрегата МДУ- 7,2. Агрегат оснащен комплектом сменных адаптеров для рационального применения удобрений при возделывании зерновых культур в системе точного земледелия.

Посредством использования сменных адаптеров агрегат обеспечивает:

- локальное и поверхностное внесение минеральных удобрений при предпосевной подготовке поля;
- припосевное внесение основной (85-90% от планируемой) и стартовой (10-15%) доз минеральных удобрений;
- ширина захвата агрегата – 7,2 метра,
- емкость бункера для семян – 800 литров,
- емкость бункера для удобрений – 600 литров,
- производительность агрегата – 7,5 га/ч.

Локальное припосевное внесение удобрений повышает их эффективность в 3-4 раза (8-9 кг зерновых единиц на 1 кг действующего вещества минеральных удобрений).

Дробное внесение азотных удобрений на базе МДУ-7,2 с использованием штангового адаптера обеспечивает эффективное регулирование продукционным процессом роста и развития растений в период их вегетации; повышает их окупаемость до 15-16 кг зерновых единиц на 1 кг д. в. удобрений. Внесение азотных удобрений при возделывании зерновых культур выполняется по технологической колее.

Ширина захвата агрегата – 14,4 метра, производительность – 14 га/ч. Агрегат используется с тракторами 1,4-2,0. Агрегат разработан ВИМ совместно с ОАО «Радиозавод», г. Пенза.

Анализ выполненных исследований свидетельствует о том, что максимальная эффективность от реализации новой технологии может быть достигнута при выполнении всех основных технологических операций в системе точного земледелия: обработки почвы, посева, применения удобрений и других средств химизации, ухода за растениями и уборки урожая.

Учитывая масштабность и комплексность данной проблемы, необходимо объединить усилия ученых и специалистов, заводо-изготовителей сельскохозяйственной техники для проведения комплексных исследований по разработке технологий и технических средств для дифференцированного воздействия на систему «почва+растение» при производстве продукции растениеводства в системе точного земледелия.

Анотація

У статті розглядаються аспекти системи точного землеробства в сучасних агротехнологіях.

Summary

The paper discusses aspects of precision farming in modern agricultural technologies.