

УДК 322:2

С.С. АНДОЛЕНКО, канд.техн.наук, доц., Н.А. ЛЕВЧЕНКО, магистр (Донецкий национальный технический университет), М.П. СЕРГЕЕВА, старш. преп. (Криворожский технический университет)

## **АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*В статье представлен анализ новых теоретических подходов и принципов организации сельскохозяйственного производства.*

### **Обзор существующих технологий земледелия**

В настоящее время в Украине широко используются технологии возделывания сельскохозяйственных культур, основанные на глубокой пахоте почвы (27-28 см), рядовом посеве и комбайновой уборке, характеризующиеся высокими энергетическими и трудовыми затратами, приводящими к сокращению гумусового слоя, нарастанию ветровой и водной эрозии почвы.

В орошаемом земледелии преобладают способы поверхностного самотечного полива и дождевания. Данные способы полива приводят к большим потерям воды, уплотнению верхнего слоя почвы, образованию поверхностной корки, к ухудшению водно-воздушного обмена в почве.

При проведении сельскохозяйственных работ необходимо учитывать основные агрохимические параметры почвы, такие как кислотность, подвижные формы фосфора и калия, органическое вещество, гидролитическая кислотность, сумма поглощённых оснований. Для определения значений этих параметров проводится агрохимическое обследование почв. Традиционно в Украине данное обследование проводится вручную. Сегодня такой метод обследования сельскохозяйственных полей считается устаревшим, он не соответствует требованиям времени.

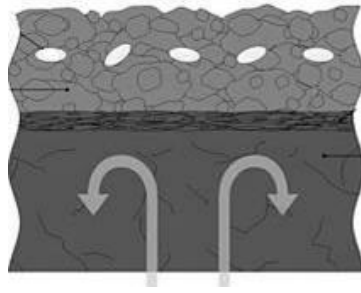
**Целью** данной статьи является исследование преимуществ прогрессивных технологий ведения сельскохозяйственного производства. Для этого рассмотрены три сравнительно новые технологии в сельском хозяйстве, определены их достоинства и недостатки, а также возможность внедрения в сельскохозяйственное производство Украины.

### **Основное содержание**

#### **Беспашотная обработка почвы**

Сегодня в Украине применяется технология обработки почвы, включающая следующие операции: отвальную вспашку, несколько культиваций, боронование и предпосевное выравнивание. Затем следует посев и дополнительное прикатывание почвы. Мощность тракторов, глубина вспашки и ширина захвата плугов, начиная с XX века, постоянно растёт.

В результате применения такой технологии, верхний слой почвы становится разрыхленным, как пух, а слой ниже плужной подошвы (слой переуплотненной почвы на глубине 20-25 см) сильно переуплотнен колесами тракторов (см. рис. 1). В нормальных условиях влага перемещается по капиллярам, поступая то из нижних слоев в верхние, то из верхних - в нижние. Как видно на рисунке, плужная подошва перекрывает почвенные капилляры, естественная циркуляция влаги в почве прекращается.



**Рис. 1.** Плотность почвы при плужной обработке [1]

Все это создает идеальные условия для эрозии почв. Ветер в равнинных областях уносит вспаханный плодородный слой с полей. В результате эрозия охватила огромное количество почв. За последние 20 лет запасы гумуса на полях сократились на 25–30%, а ежегодные его потери в целом по Украине составляют 11,4 млн. т. [2]

К следующему недостатку отвальной вспашки можно отнести то, что при пахоте переворачивается почва. А ведь почва - это разнородные слои земли с бактериями, которые своей жизнедеятельностью обеспечивают плодородие почвы, накопление в ней гумуса. В верхнем слое обитают бактерии, которые дышат кислородом – их называют аэробными. А глубже живут бактерии, которые на воздухе моментально погибают, - их называют анаэробными. При обороте пласта те бактерии, которые могут жить только в верхнем слое, оказываются внизу и умирают от недостатка кислорода, а те бактерии, которые существуют в глубине почвы, попадают наверх и также гибнут.

Все это вызывает необходимость применять в сельскохозяйственном производстве новые ресурсосберегающие технологии – альтернативу угрожающей экологической ситуации, которая сложилась в сельскохозяйственном производстве. Одной из таких технологий является технология беспашотной обработки почвы.

Беспашотная обработка почвы - это технология бережливого земледелия, при которой отсутствует механическая обработка почвы, а растительные остатки остаются на поверхности почвы. Данная система земледелия воспроизводит природные механизмы саморегуляции почвы. В идеале при нулевой обработке нет вообще никакого воздействия на почву, но, несмотря на это, почва находится в состоянии, оптимальном для роста и развития растений. Благодаря равновесию между входящими в биоценоз организмами - травами, культурными растениями, микроорганизмами, животными и человеком необходимая работа человека сводится к минимуму.

Основные принципы беспашотной обработки почвы: минимальное механическое воздействие на почву, постоянный растительный покров и максимально адаптированные севообороты. Данная технология подразумевает за вегетационный сезон всего три технологические операции: посев, уход за посевами - внесение средств защиты растений и борьбы с сорными растениями (в первые годы) и уборка.

Данная технология наиболее целесообразна при выращивании пшеницы, ячменя, рапса, сои, подсолнечника на почвах, плотность которых в обрабатываемом слое и ниже находится в состоянии оптимальной плотности (по исследованиям [2], к таким относится большинство черноземных почв Украины).

Проанализировав исследования ученых и специалистов в области сельскохозяйственного производства, можно сделать следующие выводы о преимуществах и недостатках беспашотной обработки почвы.

*Преимущества:* экономия ресурсов (горюче-смазочных материалов, удобрений, трудозатрат, времени, снижение амортизационных расходов); сохранение и восстановление плодородного слоя почвы (улучшение его химических, физических и биологических качеств, увеличение содержания органического вещества в почве). Снижение или устранение ветровой и водной эрозии почв; экологическое управление

сорняками в посевах; накопление и задержание в почве влаги; снижение зависимости урожая от погодных условий; постепенное увеличение урожайности культур.

*Недостатки:* для перехода на данную технологию необходимо в течение двух-трех лет выполнить большой объем работы по выравниванию почвы, уничтожению сорняков, посеву благоприятствующих предшественников. Переход на данную технологию даст ощутимые результаты только через 5-7 лет работы; отказ от механической обработки почвы приводит к увеличению популяций мышевидных грызунов; увеличение количества растительных остатков на поверхности поля обуславливает снижение температуры почвы весной на 2-5 °С и может усложнить проведение качественного сева; контроль сорняков в посевах в первые годы проводится лишь химическим методом.

Эти выводы подтверждаются и выполненным расчетом экономического и экологического эффекта от использования технологии беспашотной обработки почвы на примере сельскохозяйственного предприятия Донецкой области. Экономический эффект от использования беспашотной обработки почвы в течение 10 лет составил 5 466 167 грн. Расчет также показал, что срок окупаемости проекта составил шесть лет. Проект также показал экологический эффект от использования технологии беспашотной обработки почвы в виде восстановления и приумножения баланса гумуса в почве, снижения количества сорной растительности. Благоприятные экологические последствия позволили на пятом году реализации проекта отказаться от использования минеральных удобрений и органических удобрений в виде навоза, уменьшить использование гербицидов. Экономический эффект от использования капельного орошения в течение 10 лет составил 19 068 886 грн. Срок окупаемости проекта составил один год.

### **Капельное орошение**

В современном сельскохозяйственном производстве существует множество видов полива или орошения. Они отличаются между собой принципом применения в зависимости от выращиваемых растений, географии использования, стоимости, затрат водо- и энергоресурсов и т.п. В основном различают поливку по бороздам или по лункам (полив затоплением), дождевание, шланговый полив, микроорошение (в том числе капельное орошение, микродождевание) и др.

Все вышеперечисленные виды орошения имеют свои преимущества и недостатки. Например, поливка по бороздам, несмотря на небольшие затраты, не обеспечивает запланированной равномерности распределения влаги. Дождевальное орошение, которое сегодня является наиболее распространенным способом орошения, целесообразно при выращивании зерновых, овощей, кукурузы при достаточно высокой густоте стояния растений. Но дождевальные системы приводят к весьма большим потерям воды, уплотнению верхнего пласта почвы, образованию поверхностной корки с ухудшением водно-воздушного обмена. Для дождевания существуют ограничения относительно применения удобрений и средств защиты растений. При дождевании увеличивается опасность заболеваний растений, т. к. вода попадает на листья и плоды.

Капельное орошение - способ полива, при котором вода небольшими порциями подается к корням растений из наземных или подземных трубопроводов сквозь отверстия в поливных лентах или трубках, проложенных в земле. При этом вода попадает непосредственно в прикорневую зону растений, земля равномерно увлажняется, становится мягкой. Удобрения вносятся непосредственно в поливную систему в виде легко растворимых видов.

При выборе способа полива необходимо, кроме затрат, учитывать эффективность. В таблице 1 представлена сравнительная эффективность различных видов орошения.

**Табл. 1.** Сравнительная эффективность разных видов орошения [3]

Метод орошения	Эффективность
Обычная поливка	20-35%
Распрыскивание	50-75%
Дождевание	70-80%
Капельное орошение	85-98%

Из приведенных данных видно, что капельное орошение является наиболее эффективным методом полива.

К достоинствам капельного орошения можно отнести также следующее.

1. Не происходит переувлажнения почвы. Это обеспечивает интенсивное дыхание корней на протяжении всего цикла роста, не прерывающееся во время или непосредственно после орошения. Почвенный кислород позволяет активно функционировать корневой системе.

2. Корневая система развивается лучше, чем при любом другом способе орошения. Основная масса корней сосредотачивается в зоне капельниц, корневая система становится более мочковатой, с обилием активных корневых волосков. Увеличивается интенсивность потребления поданной к растению воды и питательных веществ.

3. Растворенные удобрения вносятся непосредственно в корневую зону вместе с поливом. Происходит быстрое и интенсивное поглощение питательных веществ. Это самый эффективный способ внесения удобрений в засушливых климатических условиях. Кроме того, внесение удобрений возможно даже в условиях сильных осадков. Как показали исследования [4], коэффициент использования удобрений при капельном орошении значительно выше, чем при обычном внесении.

4. Листья растений не увлажняются, как при дождевании, снижается вероятность распространения болезней, инсектициды и фунгициды не смываются с листьев.

Рассмотрим технологию капельного орошения. Оно бывает подпочвенным и надпочвенным.

При применении надпочвенного капельного орошения осенью необходимо глубокое рыхление почвы и максимальное уничтожение сорняков. Посев проводят строчным двухрядным способом (между рядами будут уложены трубопроводы) при помощи сеялок точного посева, расстояние между колесами должно быть равно или кратно расстоянию между оросительными трубками. После двух - трех первых культиваций междурядий сельскохозяйственная техника практически на поле не выходит. В рядах растений применяется ручная прополка. Применение сеялок точного посева исключает прореживание, а гербициды, вносимые с водой и лишь частичное увлажнение почвы, резко замедляют рост сорняков в междурядьях. По завершению поливного сезона проводится демонтаж и закладка всех элементов на хранение. При использовании однолетней капельной трубки или ленты, она демонтируется и убирается с поля с дальнейшей утилизацией. Если использовалась многолетняя трубка её необходимо промыть, чтобы удалить все микро- и макро частицы, накопившиеся за период эксплуатации. Для этого, на концах трубки открываются заглушки, и потоком воды промывается система до тех пор, пока не пойдет чистая вода.

При применении подпочвенного капельного орошения металлические (или полимерные) трубы осенью (или перед посадкой саженцев) закапываются

горизонтально на глубине 25-40 см параллельными рядами по схеме посадки рассады или других культур. Прокладка труб под землей осуществляется при помощи специальных приспособлений, напоминающих по конструкции кабелеукладчик. По всей длине труб делаются отверстия на расстоянии, равном интервалу между растениями в рядах. Оба конца этих труб выводятся на поверхность и на задний конец устанавливается заглушка [5]. Посев и обработка растений осуществляются по такой же технологии, что и при обычном поливе, подземные трубопроводы не мешают выполнению агротехнических операций.

*Преимущества капельного орошения:* повышение количества и качества урожая; меньшие затраты труда, воды и удобрений; возможность подачи удобрений непосредственно в корнеобитаемый слой; предотвращение водной эрозии почв; уменьшение количества сорняков; предотвращение попадания влаги на листья и плоды растений; отсутствие зависимости распределения влаги от ветра.

*Недостатки капельного орошения:* высокая стоимость оборудования и его обслуживания, окупаемость затрат составляет 2-3 года; необходимость тщательного фильтрования воды для предупреждения засорения капельниц; орошение минерализованными водами или водами, содержащими значительное количество растворенных минеральных удобрений может вызвать накопление солей по границе зоны увлажнения грунта.

### **Точное земледелие**

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от следующих основных факторов, которые поддаются изменению: рациональное применение удобрений, соблюдение оптимальных норм высева, своевременное внесение необходимого количества средств защиты растений от сорняков, вредителей и заболеваний, соблюдение сроков выполнения агротехнических приемов и др.

Рациональное применение удобрений во многом зависит от качества агрохимического обследования, выполняемого с целью определения реакции почвы и содержания в ней подвижных форм питательных веществ.

Традиционно обследование проводится вручную, и самое главное, без точной привязки мест определения проб к местности. Поэтому, при повторном обследовании нельзя с уверенностью утверждать, что почвенные пробы были взяты в том же самом месте. Следовательно, информация, полученная таким способом, не отражает реальную картину и динамику изменения почвенных показателей на поле, что в свою очередь приводит к неверным результатам расчёта доз удобрений. А это отражается как на экономике сельскохозяйственного предприятия, так и на экологической обстановке на поле [7].

Соблюдение оптимальных норм высева является одним из важных условий получения высокого урожая и качества сельскохозяйственной продукции. Оптимальная норма посева зависит от климатических и почвенных условий, степени увлажнения, температуры и плодородия почвы и др. Традиционные методы определения норм высева не учитывают все перечисленные условия.

Внесение необходимого количества средств защиты растений от сорняков, вредителей и заболеваний традиционными методами проводится не дифференцированно и с большими погрешностями, что является не всегда неэффективным.

Соблюдение сроков выполнения агротехнических приемов очень важно, т.к. борьбу с вредителями и заболеваниями нужно осуществлять в начале появления или перед появлением вредящих стадий с тем, чтобы предотвратить повреждение растений.

Традиционные методы не всегда дают возможность своевременно определять очаги заражения, а это влечет за собой потери оптимальных сроков и урожая.

Таким образом, процесс получения растениеводческой продукции распределён во времени и пространстве, т.е. он осуществляется на некоторой территории и на определенной глубине почвенного покрова. Эта территория не является однородной даже в пределах одного поля или его части. По этой причине технологические операции, производимые на этом поле, должны быть дифференцированы не только во времени и по полям севооборота, но и варьироваться в пределах одного поля.

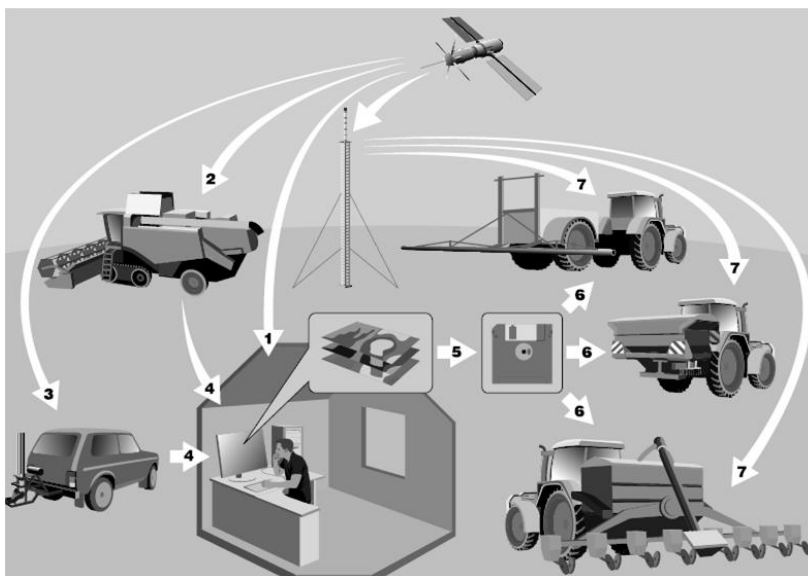
Последние достижения науки и техники, особенно в области информационных технологий, позволяют выйти на качественно новый уровень ведения сельскохозяйственного производства.

«Точное земледелие» – это комплексная высокотехнологичная система земледелия, включающая в себя технологии глобального позиционирования (GPS), географические информационные системы (GIS), технологии оценки урожайности (Yield Monitor Technologies), технологию переменного нормирования (Variable Rate Technology). 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, специальные датчики, аэрофотоснимки и снимки со спутников, а также специальные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем. Собранные данные используются для более точной оценки оптимумов плотности высева, расчёта норм внесения удобрений и средств защиты растений, более точного предсказания урожайности и финансового планирования.

Внедрение в сельскохозяйственное производство технологии точного земледелия можно условно разделить на семь этапов (см. рис. 2):

1. Точное определение фактических размеров площадей полей, их границ, составление электронной карты на основе полученных данных.
2. Составления карты урожайности и влажности зерна.
3. Проведение агрохимического обследования.
4. Создание многослойной электронной карты полей, состоящей из нескольких слоев, на которых отображаются результаты агрохимического и агрофизического обследований, уборки, погодные условия, севообороты, рельеф и т. д.
5. Формирование карты-задания, которая впоследствии переносится на чип-карте в бортовой компьютер трактора.
6. Движение оснащенного бортовым компьютером трактора по полю, который с помощью GPS определяет свое местоположение. Затем, сверяясь с картой-заданием, считывает дозу внесения удобрений и семян и посылает сигнал на разбрасыватель, опрыскиватель или сеялку.
7. Внесение дифференциальных поправок для более точного определения координат агрегатов, выполняющих агротехнические операции. Поправки самой высокой точности местоположения на поле сельскохозяйственной техники можно получить, если установить локальную базовую станцию.

*Преимущества точного земледелия:* сокращение расхода семян, удобрений, средств химической защиты растений и горюче-смазочных материалов; повышение контроля выполнения сельскохозяйственных операций; повышение качества производимой продукции и сохранение окружающей среды; увеличение эффективности применения минеральных удобрений и средств химической защиты растений с учетом различий почвенного плодородия и состояния посевов; документирование производственных процессов.



**Рис. 2.** Последовательность реализации технологии точного земледелия [8]

*Недостатки точного земледелия:* высокая стоимость техники и оборудования, окупаемость затрат составляет 2-4 года; метод подходит в основном для хозяйств с большими площадями (более 100 га), стабильными высокими урожаями и очень высокой культурой производства. Недостаточно развитая сеть современных коммуникационных линий, недостаток квалифицированных специалистов, необходимость составления точной агрохимической карты поля, что требует регулярных исследований почвы.

### **Выводы**

1. В Украине целесообразно применение беспашотной обработки почвы при выращивании пшеницы, ячменя, рапса, сои, подсолнечника на черноземных почвах, которые находятся в лесостепной и степной зоне и занимают около 50% территории страны.
2. В Украине целесообразно применение капельного орошения в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве.
3. В условиях современной Украины нецелесообразно применение «точного земледелия», т.к. по данным Госкомзема средний размер фермерского хозяйства составляет 75-85 га, а применение точного земледелия становится эффективным для хозяйств с большими площадями (более 100 га) [9]. В Украине пока недостаточно развита сеть современных коммуникационных линий, недостает квалифицированных специалистов, умеющих дешифровать и анализировать космические снимки

### **Библиографический список**

1. Шпаковский Н.А. Эволюция технологий обработки почвы / Н.А. Шпаковский // Тризба – Режим доступа: <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=361>
2. Кушнарев А. Новый взгляд на обработку почвы // Технично-технологические аспекты развития и испытания новой техники и технологий для сельского хозяйства Украины. Сборник научных трудов. – 2009. - №17(27) [Электронный ресурс] / Сайт Украинского научно-исследовательского института прогнозирования и испытания техники и технологий для сельскохозяйственного производства имени Леонида Погорелого. – Режим доступа: [http://www.nbu.gov.ua/Portal/Chem\\_Biol/Ttar/2009\\_13\\_2.pdf](http://www.nbu.gov.ua/Portal/Chem_Biol/Ttar/2009_13_2.pdf)
3. Сологуб Ю., Андришко А. Маленькие капли - большая прибыль // Агрогляд. - 2003 [Электронный ресурс] / Сайт "АПК-Информ: овощи & фрукты", - Режим доступа: <http://www.lol.org.ua/rus/milk/showart.php?id=12412>

4. Предварительный анализ Департамента привлечения инвестиций проекта: Сетевой проект в овощеводстве - Режим доступа: [www.lol.org.ua/.../showart.php?id](http://www.lol.org.ua/.../showart.php?id)
5. Используемые способы полива овощных культур / Портал «Зеленая Россия». - Режим доступа: [http://www.greenrussia.ru/sad\\_ogorod.php?url=oroshenie4](http://www.greenrussia.ru/sad_ogorod.php?url=oroshenie4)
6. Принцип работы системы капельного орошения / Сайт «МТС Агро». – Режим доступа: <http://www.mts-agro.com.ua/index.php?tip=cat&catid=1210>
7. Кобец Н.И. Применение данных дистанционного зондирования земли в системах точного земледелия. – Режим доступа: [http://www.ulrnc.org.ua/publication/agriculture/Application%20of%20Remote%20Sensing%20in%20Precision%20Farming%20Systems\\_rus.pdf](http://www.ulrnc.org.ua/publication/agriculture/Application%20of%20Remote%20Sensing%20in%20Precision%20Farming%20Systems_rus.pdf)
8. Жукова О. Точность на полях [Электронный ресурс] / Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. - №8. – Режим доступа: [http://www.agrophys.com/Agrophys\\_files/Preagro/Preagro\\_doc/pres\\_agro\\_08.pdf](http://www.agrophys.com/Agrophys_files/Preagro/Preagro_doc/pres_agro_08.pdf)
9. Кушнарев А. Новый взгляд на обработку почвы [Электронный ресурс] / Техноко-технологические аспекты развития и испытания новой техники и технологий для сельского хозяйства Украины. Сборник научных трудов. – 2009. - №17(27) – Режим доступа: [http://www.nbu.gov.ua/Portal/Chem\\_Biol/Ttar/2009\\_13\\_2.pdf](http://www.nbu.gov.ua/Portal/Chem_Biol/Ttar/2009_13_2.pdf)

*Надійшла до редколегії 21.12.2009*

С.С. АНДОЛЕНКО, Н.А. ЛЕВЧЕНКО, М.П. СЕРГЕЕВА

### **АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВЕДЕННЯ СЕЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

*У статті наведені результати аналізу нових теоретичних підходів і принципів організації сільськогосподарського виробництва.*

S. ANDOLENKO, N. LEVCHENKO, M. SERGEEVA

### **ANALYSIS OF THEORETICAL TECHNOLOGY OF ORGANIZATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION**

*The article presents an analysis of new theoretical approaches and principles of organization of agricultural production.*

© С.С. Андоленко, Н.А. Левченко, М.П. Сергеева, 2010