

«Человек в XXI веке, который не будет уметь пользоваться ЭВМ, будет подобен человеку XX века, не умевшему ни читать, ни писать»

*В. М. Глушков (1923–1982 гг.),
академик*

5 СЕНСОРИКА

5.1 Основы сенсорики

Важным элементом технологии точного земледелия, как для работы в режиме реального времени (on-line), так и в режиме off-line, является использование различных датчиков (сенсоров). В то время как датчики, предназначенные для управления и контроля режима работы двигателей и сельскохозяйственных машин, уже давно относятся к стандартам современной аграрной техники, датчики для управления и контроля технологических параметров в настоящее время еще мало применяются на практике.

Датчики предназначены для измерения свойств почвы, растений или животных по электрическим и электромагнитным, оптическим, оптоэлектрическим и радиометрическим, механическим, лазерным, акустическим, пневматическим и термическим параметрам.

Наибольшее практическое применение получили датчики, работающие с привлечением спектрального анализа при измерении и определении различий в отражении и абсорбции солнечного света растительной

массой или почвой. При спектральном анализе используют различные части спектра света.

Применение датчиков, работающих по принципу измерения абсорбции и отражения спектра света, основано на том, что каждая субстанция и органическая часть растений имеет свои характерные свойства, если их облучают светом. Специфичность этих свойств такая же, как у отпечатка пальца человека (finger print). Это означает, что по спектру света, который растительная проба отражает при облучении, при соответствующей калибровке можно узнать, какие вещества она содержит и в каком количестве. Поэтому спектрометрический анализ находит многостороннее применение, причем чаще всего он проводится в ближней части инфракрасного света.

Во многих датчиках, которые предлагают на рынке для определения содержания азота в посевах культурных растений и оценки качества продуктов, предусмотрено именно измерение отражения.

Отражения растений и почвы при определенной длине волны в значительной степени различаются. Это явление используют также для обнаружения с помощью оптоэлектронных датчиков покрытия почвы культурными растениями и ее засорения, а также для определения мелкомасштабного разнообразия почвы, особенно содержания гумуса.

С помощью лазерных датчиков, помимо отражения растениями солнечного света, измеряют также отражение лазерных лучей. Однако эти датчики в сельском хозяйстве, по сравнению с другими отраслями, пока мало применяются. Некоторыми фирмами (Claas, Case, New Holland и др.) зерновые комбайны снабжаются

лазерными датчиками, предназначенными для определения расстояния (лазерный пилот), например до края травостоя. Поэтому при управлении комбайном можно полностью использовать ширину захвата жатки.

Датчики для измерения электрических свойств почвы применяют в сельском хозяйстве с целью определения содержания в ней влажности, концентрации ионов солей, а также текстуры.

Для измерения свойств почвы и растений, таких как сопротивление пенетрации, упругости и устойчивости травостоя к полеганию, служат механические датчики.

Большинство датчиков могут использоваться как в режиме реального времени, так и при двухэтапном режиме работы.

Датчики, предназначенные для систем, работающих в режиме реального времени, служат для измерения, диагностики и распознавания свойств почвы и растений, их интерпретации и реализации результатов в технологических процессах в одном рабочем проходе. При двухэтапном режиме работы системы данные измерений датчиков передаются для обработки, накопления и вывода решений на внешние компьютеры, а команды – исполнительным устройствам с помощью карт-заданий (чип-карт).

5.2 Датчики для определения свойств почвы

Знание свойств почв, определяющих их плодородие, является важной предпосылкой для принятия объективных решений в технологии точного земледелия. Это касается таких ее свойств, как плотность, текстура, влажность, содержание гумуса, питательных веществ и кислотность.

Определение плотности почвы. Плотность почвы, т. е. масса твердой фазы определенного объема почвы ненарушенной структуры, достаточно легко определяется в полевых условиях. Ее можно упрощенно использовать в качестве обобщенного показателя физического состояния почвы, который является одним из показателей ее пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур. Плотность характеризует структуру почвы; ее увеличение указывает на уплотнение почвы, возрастание сопротивления пенетрации и рост корней растений. Ее величина сказывается на всем комплексе почвенно-физических свойств в водном, воздушном и тепловом режимах.

С плотностью почвы связан важный агрофизический показатель – **сопротивление пенетрации почвы** (грунта), $P_{реп}$, под которым понимают сопротивление почвы внедрению в нее металлического зонда цилиндрической или конусообразной формы небольшого диаметра (обычно 1–5 мм). Этот показатель измеряют специальными приборами – **пенетрометрами (твердомерами)**. При внедрении зонда (рисунок 5.1, а) происходят разнообразные процессы: уплотнение почвы, деформации сдвига, а также трение металла о почву.

Поэтому этот параметр отражает разнообразную информацию, но в большинстве случаев представляет интерес как самостоятельная величина – сопротивление пенетрации.

Датчики для ее измерения могут иметь конический (рисунок 5.1, а и б) либо цилиндрический штамп (рисунок 5.1, в), а по принципу работы, т. е. измерения силы, которая необходима для внедрения штампа, различают пружинный (рисунок 5.1, б) и ударный (рисунок 5.1, в) типы пенетрометров.

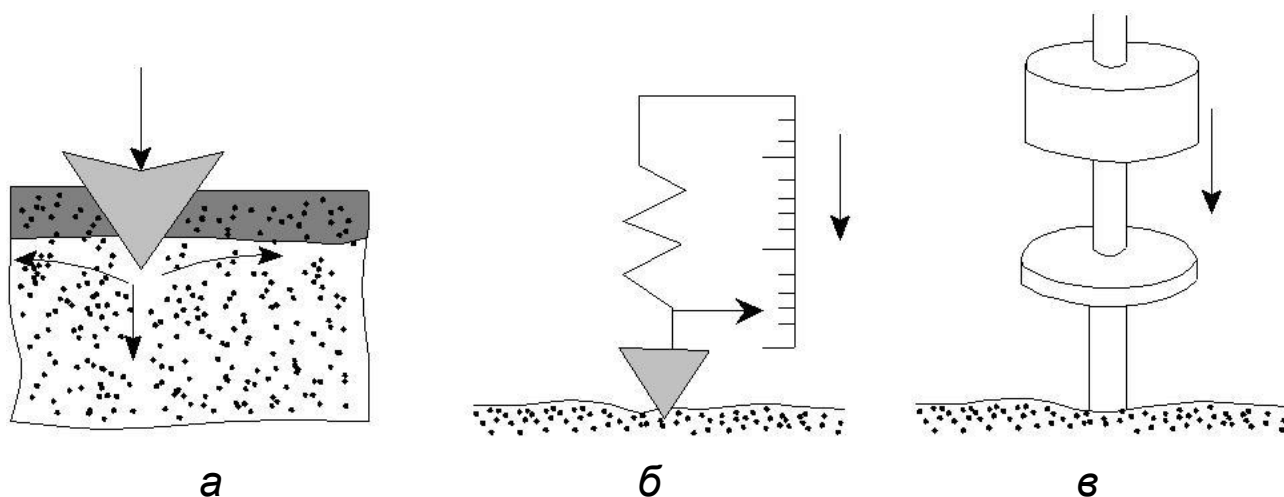


Рисунок 5.1 – Схема внедрения конического штампа пенетromетра (а) в почву и основных типов пенетromетров: пружинного (б) и ударного (в)

Сопротивление пенетрации для пенетromетров ударного типа рассчитывают по массе скользящего груза, высоте и количеству падений. Для расчета сопротивления пенетрации (кг/см^2) используют следующую формулу:

$$P_{pen} = n (mg \cdot h_1) / (S \cdot h_2), \quad (5.1)$$

где P_{pen} – сопротивление пенетрации;

n – количество падений груза;

m – масса;

h_1 – высота;

S – площадь погружаемого в почву стержня;

h_2 – глубина внедрения стержня.

Сопротивление пенетрации зависит от разнообразных почвенных свойств. Прежде всего это влажность, при которой производятся полевые измерения. Кроме того, оно зависит от таких свойств почвы, как гранулометрический и агрегатный состав.

Знание сопротивления пенетрации почвы в хозяйствах важно не только для общей характеристики почвы