

Устройства для определения рельефа и микрорельефа участка поля

И. М. КИРЕЕВ, З. М. КОВАЛЬ, Ф. А. ЗИМИН

Новокубанский филиал Российского научно-исследовательского института информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Новокубанск, Россия, e-mail: zinakoval@mail.ru

Предложены устройства для определения рельефа и микрорельефа участка поля дискретными измерениями расстояний в заданных координатах направлениях с применением интегрированного лазерного дальномера Leica DISTO D8, имеющего прикладную программу для информационного соединения и одновременной передачи данных по каналу Bluetooth на Notebook.

Ключевые слова: экспресс-оценка, размеры, поле, почвенные условия, микрорельеф.

The devices for determination of microrelief and field section relief by the discrete measurement of distances in the assigned by coordinates directions with application of the integrated laser range-finder Leica DISTO D8 with applied program for information connection and simultaneous data transmission along the bluetooth to Notebook channel.

Key words: express assessment, sizes, field, soil conditions, microrelief.

Развитие нового направления в агрономической науке, получившее название «точное земледелие», направлено на создание перспективных технологий производства растениеводческой продукции.

В комплексе технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур для получения максимальной урожайности при минимальных затратах на их возделывание [1] важная роль отводится экспресс-оценке рельефа и микрорельефа почвы. Такую оценку необходимо учитывать при испытаниях сельскохозяйственных машин и агрегатов одинакового назначения для установления рациональных технологических режимов работы. Методы и средства для определения микрорельефа почвы должны совершенствоваться в части сокращения времени оценки определяемых параметров и повышения достоверности получаемых результатов.

Технологические показатели сельскохозяйственной техники определяются условиями проведения испытаний, среди которых существенное значение имеет микрорельеф участка поля. Микрорельеф — это мелкие элементы рельефа, занимающие незначительные площади (от нескольких квадратных дециметров до нескольких сотен квадратных метров) с колебаниями относительных высот не более 1 м (кочки, холмики роющих животных, мелкие впадины, бугорки и неровности от обработки почвы). При испытании техники учитывается микрорельеф с небольшими относительными колебаниями почвенной поверхности в пределах (0,05...0,15) м. Для получения необходимых экспериментальных данных экспресс-оценка микрорельефа поверхности поля должна проводиться на контрольных участках протяженностью 10—15 м. Это позволит осуществить достоверную сравнительную оценку испытываемых сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Скорость движения машины или агрегата, глубина и равномерность хода рабочих органов машины, качество возделывания почвы, тяговое сопротивление машины, равномерность глубины заделки семян и их распределение в рядке —

все это зависит от микрорельефа участка поля. Из-за микрорельефа происходит неравномерное развитие и формирование урожаев полевых культур, поэтому весьма актуальна агротехническая оценка микрорельефа участка поля при испытании сельскохозяйственных машин, характеризующая их технологические возможности, т. е. качество выполнения машинами технологического процесса в типичных зональных условиях при оптимальных и допустимых предельных режимах работы для выполнения регламентируемых исходных требований на каждый тип машины.

Микрорельеф поля в соответствии с рекомендациями, изложенными в [2], в настоящее время определяют профилографом или координатной рейкой. Для этого на характерном участке поля на предварительно погруженные в почву штыри кладут рейку с делениями. По рейке на каретке перемещают профилограф. Данные горизонтального дискретного перемещения по рейке профилографа и вертикальные измерения линейкой расстояний от рейки до почвы служат для построения графиков.

Определение микрорельефа участка поля с применением указанных средств — весьма трудоемкий и продолжительный процесс ручного измерения вертикальных расстояний через каждые 5-сантиметровые (а при исследовательских испытаниях — через каждые 2,5 см) горизонтально-линейные интервалы (промежутки), отмеченные на координатной рейке, что, например, при длине рейки 2,5 м составляет 50 и 100 измерений соответственно. При трехкратной повторяемости и с учетом ширины захвата машины количество измерений увеличивается. Результаты таких измерений связаны с контактным прикосновением линейки (рейки) к почве и зависят от человеческого фактора.

Также на результаты испытаний техники влияет и рельеф участка поля, который в большинстве случаев характеризуют визуально с указанием уклонов и отличительных особенностей. Рельеф участка поля (делянки) рекомендовано определять с применением угломеров, эклиметров и ниве-

лиров, широко используемых в строительстве и при проектировании и определении характеристик дорог и дорожных покрытий. Измерение уклона поля угломером проводят не менее чем в пяти точках по диагонали участка. С помощью уровня прибора устанавливают вертикальную нейтральную ось. Значение уклона поля определяют по шкале прибора. Результаты измерений записывают в специальную форму (приложение к [2]), и вычисляют средний угол — уклон поля или участка, который недостаточно характеризует рельеф, представляющий совокупность неровностей земной поверхности различной величины и формы [2].

Эклиметр является простейшим прибором для приблизительного определения наклона линий и дает субъективную оценку рельефа.

Для более точной характеристики рельефа по всей поверхности участка испытаний проводят нивелирование поверхности поля. Такие измерения важны для системы точного земледелия при выборе однотипных машин с наилучшими технологическими характеристиками.

На основании анализа патентных и литературных данных конструктивного исполнения существующих устройств и электронных систем для регистрации измеряемых характеристик микрорельефа и рельефа участков поля установлено, что наиболее современным средством измерений расстояний является лазерный измеритель с программным обеспечением, позволяющим запоминать и дистанционно передавать данные в персональный компьютер для их обработки и представления в табличном или графическом виде. В качестве такого измерителя расстояния авторами выбран лазерный дальномер Leica DISTO D8, который и был положен в основу разработки следующих средств измерений микрорельефа и рельефа участка поля.

Схема измерений микрорельефа поверхности почвы разработанным ИП-281-01 и элементы его управляющей части приведены на рис. 1.

На координатной рейке 13 установлена каретка 1. На оси 8 между роликами 12 закреплен трос 7 для перемещения каретки вдоль координатной рейки. На боковой плоскости каретки на кронштейне 2 закреплены зеркало 4 и экран 11, защищающий от солнечного излучения, имеющий прорезь для выставления наклона зеркала под углом 45° и фиксирования угла наклона к направлению лазерного луча с помощью винта и гайки-барашка 3. В торце координатной рейки между пластинами 5 закреплен ведомый шкив 6, а хомутом 14 зафиксирована втулка 10 для установки штыря. 11 — экран от солнечного излучения с прорезью; 12 — ролик; 13 — координатная рейка; 14 — хомут; 15 — стрелка-указатель градусов на лимбе; 16 — рукоятка; 17 — лимб; ПК — персональный компьютер

Процесс определения микрорельефа участка поля при дискретном измерении вертикальных расстояний от горизонтально установленной по встроенному уровню интегрированного лазерного дальномера Leica DISTO D8 рейки до поверхности почвы заключается в следующем. При повороте рукоятки 16 лимба 17 (см. рис. 1) на определенный угол, соответствующий заданному линейному перемещению каретки, с наклоненным под углом 45° к направлению луча лазера зеркалом, осуществляется суммарное измерение расстояния от лазерного датчика до зеркала и от зеркала до почвы.

Расстояния, измеренные лазерным дальномером Leica DISTO D8 на всей длине рейки при дискретном перемещении каретки с зеркалом, заносятся в его память и передают-

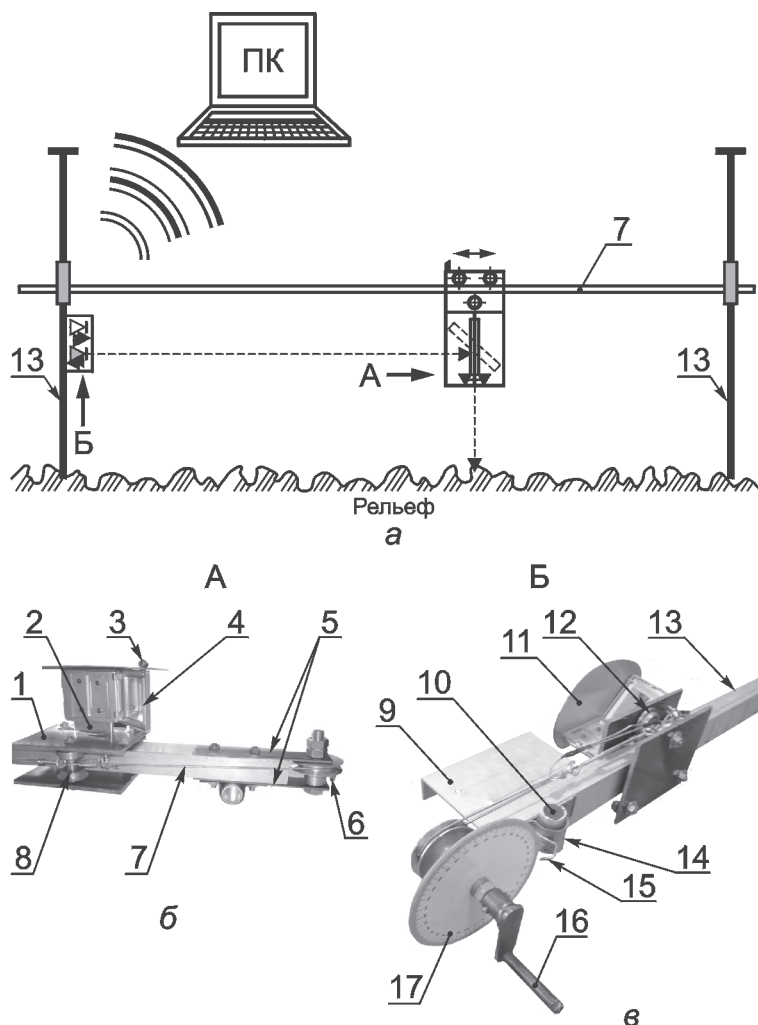


Рис. 1. Схема измерений микрорельефа поверхности почвы (а) с помощью разработанного устройства ИП-281-01 и элементы (б, в) его управляющей части:

1 — каретка; 2 — кронштейн; 3 — винт с гайкой-барашком [3] для установки и фиксации угла наклона зеркала; 4 — зеркало; 5 — пластина; 6 — шкив ведомый; 7 — трос для передвижения каретки; 8 — ось; 9 — кронштейн для лазерного дальномера Leica DISTO D8; 10 — втулка для установки штыря; 11 — экран от солнечного излучения с прорезью; 12 — ролик; 13 — координатная рейка; 14 — хомут; 15 — стрелка-указатель градусов на лимбе; 16 — рукоятка; 17 — лимб; ПК — персональный компьютер

ся по каналу Bluetooth на Notebook. Результаты измерений микрорельефа участка поля определяются вычитанием суммарных расстояний от лазерного датчика до зеркала и от зеркала до почвы с последующим их представлением в графической форме.

Данные о микрорельефе участка поля, определенные разработанным устройством, и средством измерений, рекомендованным в [2], показаны на рис. 2. При измерении вертикальных расстояний лазерным датчиком в местах контакта лазерного луча с почвой устанавливали метки, в которых измеряли вертикальные расстояния с помощью специального устройства [2]. Из рис. 2 следует, что измеренные устройством, рекомендуемым в [2], возвышения микрорельефа на исследуемом участке поля имеют меньшие значения практически на всей длине исследуемого участка почвы по

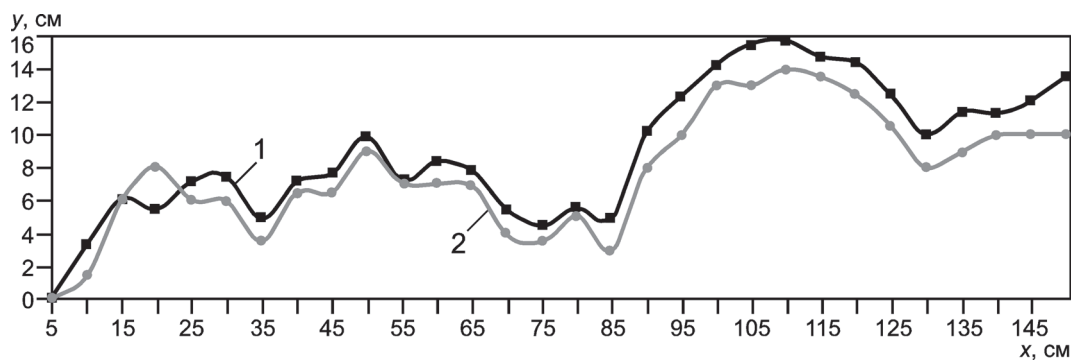


Рис. 2. Сравнительные данные по определению микрорельефа участка поля с применением разработанного устройства 1 и рекомендуемого 2 по [2]

составляют $\sigma = 0,737588$, $\nu = 8,159165$ и $\sigma = 0,655919$, $\nu = 8,51843$, соответственно.

Для определения рельефа участка поля применена конструкция устройства, включающая штатив, снабженный поворотным в горизонтальной плоскости конструктивным элементом с лимбом (рис. 3), обеспечивающим наряду с вертикальным поворотом площадки с лазерным дальномером Leica DISTO D8 координатное направление луча на поверхность поля.

При измерении рельефа участка поля устройство с интегрированным лазерным дальномером Leica DISTO D8 устанавливают в начале участка поля в соответствии с рис. 3.

Точки рельефа участка поля определяют с помощью лазерного дальномера, измеряя расстояния по заданным координатным направлениям. Полученные и обработанные программно результаты измерений рельефа участка поля показаны в виде графика на рис. 4. Поверхность поля представлена аппроксимирующей линией (подбором соответствующей степени полинома для характерного интервала и перепада возвышений почвы) с одной точки одного и того же участка поля (см. рис. 4). Такая аппроксимация полученных измерений рельефа участка поля разработанным устройством позволяет наиболее объективно охарактеризовать сравнительные технологические режимы сельскохозяйственной техники при ее испытании.

Таким образом, применение разработанных устройств для определения микрорельефа и рельефа участка поля позволит снизить трудоемкость проводимых работ, сократить время проведения агротехнической оценки микрорельефа участка поля при испытании сельскохозяйственных машин, обработки данных и получения достоверных информационных сведений о результатах сравнительных испытаний сельскохозяйственной техники при устранении субъективного влияния человеческого фактора на точность результатов измерений.

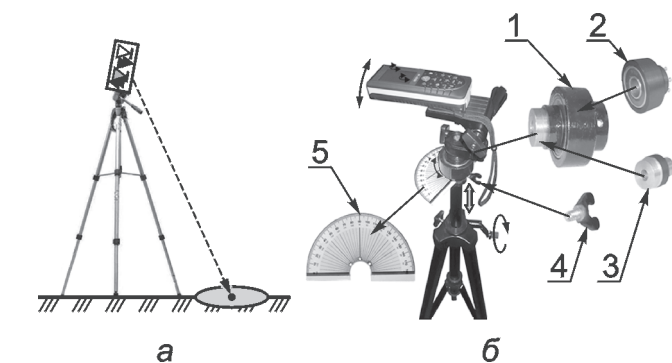


Рис. 3. Схема конструкции устройства (а) и разработанные механические элементы с интегрированным лазерным дальномером Leica DISTO D8 (б) перед проведением измерений возвышений участка поля:

1 — поворотное устройство интегрированного лазерного дальномера; 2 — корпус с подшипником; 3 — втулка; 4 — винт-барашек; 5 — горизонтальный лимб

сравнению со значениями, полученными с применением разработанного устройства ИП-281-01. Отличие в средних значениях на исследуемом участке поля размером 1,5 м при этом составляет 0,0134 м. Среднее квадратичное отклонение σ и коэффициент вариации ν результатов измерений с использованием ИП-281-01 и средства измерений по [2]

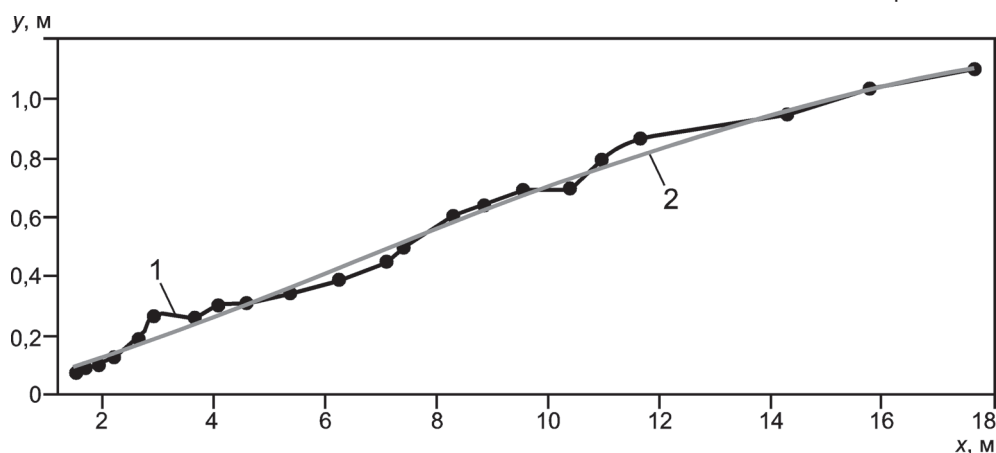


Рис. 4. График зависимости значений возвышений рельефа поверхности поля от расстояния: 1 — линия поверхности рельефа поля; 2 — линия аппроксимации полиномом $y = 0,000x^3 + 0,002x^2 + 0,054x + 0,007$ с вероятностью $R^2=0,990$

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 «О государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013—2020 годы».
2. ГОСТ 20915—2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний.
3. ГОСТ 3032—76. Гайки-барашки. Конструкция и размеры.

Дата принятия 15.04.2014 г.