

# ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.4

А.А. Васильев, Н.П. Шкилев  
A.A. Vasilyev, N.P. Shkilev

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ

### THE DEVICE FOR SOIL SURFACE PROFILING

**Ключевые слова:** микрорельеф, поверхность почвы, профилирование, атмосферные осадки, плоскорежущая лапа, график отклика, борозда.

Рассматривается процесс профилирования поверхности почвы с помощью устройства, которое позволяет определить микрорельеф участка поля. Микрорельеф играет немаловажную роль в противоэрозионных мероприятиях, направленных на сохранение тепла и влаги в почве, так как способствует созданию особого микроклимата, благоприятного для развития культурных растений. С помощью профилирования поверхности почвы возможно выявление участков поля, подверженных эрозионным процессам, в частности, определение направления формирующегося русла стока воды. Данные стоки из-за избытка атмосферных осадков и резкого таяния снежного покрова зачастую встречаются на склоновых землях, что, соответственно, может привести к смыву плодородного слоя почвы, внесенных удобрений, а также к образованию оврагов. Для предотвращения сложившейся ситуации необходимо использовать контрольные мероприятия, направленные на определение микрорельефа поверхности и последующий выбор противоэрозионной обработки почвы. Предлагается в качестве контрольного прибора использовать устройство для профилирования поверхности почвы, которое представляет собой каркас с размещенной на ней площадкой, в которой имеются равноудаленные отверстия для стержней. При подведении площадки со стержнями к поверхности участка поля данные стержни принимают рельеф исследуемого участка. При этом стержни передают сигнал соприкосновения с почвой на панель

со светодиодами, которые фиксируются в журнал наблюдений. По полученным данным строится график отклика поверхности, где наглядно можно определить направление склона и возможность образования русла стока воды. В процессе полевых исследований измерения микрорельефа проводили после обработки почвы противоэрозионным орудием – плоскорежущей лапой, с шириной захвата 110 см и глубиной обработки 25 см. Обработка почвы проводилась поперек склона. В результате, на графике отклика можно наблюдать формирование бороздки, которая позволяет задерживать интенсивное течение атмосферных осадков и талых вод. Таким образом, устройство для профилирования поверхности позволяет контролировать проводимые противоэрозионные мероприятия.

**Keywords:** micro-relief, soil surface, profiling, precipitation, flat hoe, response graph, furrow.

This paper discusses the process of soil surface grading by using a device that allows determining the micro-relief of a field plot. The micro-relief plays an important role in anti-erosion measures aimed at preserving heat and moisture in the soil as it contributes to the creation of a special microclimate favorable for the crop development. By means of soil surface profiling, it is possible to identify the areas of the field that are exposed to erosion, in particular, to determine the direction of the formed water flow channel. These flows, due to excess precipitation and rapid melting of snow cover, are often found on sloping lands; this may lead to the washing away the fertile soil layer, fertilizers, and gully formation. To prevent this, it is necessary to take control

measures aimed at determining the micro-relief of the surface and the subsequent choice of anti-erosion tillage. It is proposed to use a device for profiling the soil surface as a control device which represents a frame with a platform placed on it with equidistant holes for rods. When bringing the platform with rods to the surface of the field area, these rods take the relief of the studied area. At the same time, the rods transmit a signal of contact with the soil to a panel with LEDs which are recorded in the observation log. Based on the obtained data, a graph of the surface response is constructed

where it is possible to clearly determine the direction of the slope and the possibility of forming a channel of water flow. In the course of field research, the measurements of micro-relief were performed after soil treatment with an anti-erosion tool - a flat hoe with a width of 110 cm and a depth of 25 cm. The tillage was performed across the slope. As a result, on the response graph, it is possible to observe the formation of a furrow that allows slowing down the intensive flow of precipitation and meltwater. Thus, the surface profiling device allows monitoring the anti-erosion measures being carried out.

**Васильев Алексей Анатольевич**, к.т.н., доцент, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. E-mail: alexei.21@mail.ru.

**Шкилев Николай Павлович**, д.с.-х.н., н.с., Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. E-mail: alexei.21@mail.ru.

**Vasilyev Aleksey Anatolyevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Nizhny Novgorod State Engineering-Economic University. E-mail: alexei.21@mail.ru.

**Shkilev Nikolay Pavlovich**, Dr. Agr. Sci., Staff Scientist, Nizhny Novgorod State Engineering-Economic University. E-mail: alexei.21@mail.ru.

### Введение

Микрорельеф почвы в сельскохозяйственных условиях представляет собой форму поверхности участка поля, характеризующегося различными буграми, холмами, впадинами и т.д. [1, 2]. Данные участки создают склоны, что сказывается на процессе обработки почвы, так как это требует использование противоэрозионных мероприятий для сохранения плодородного слоя почвы, внесенных удобрений и предотвращения образования оврагов [3-5].

**Цель** исследования – выявить возможность проведения контрольных противоэрозионных мероприятий, направленных на определение микрорельефа, при помощи устройства для профилирования поверхности участка почвы.

### Методика исследований

Предлагается в качестве контрольного прибора использовать устройство для профилирования поверхности почвы [6] и определения направления стока атмосферных осадков в полевых условиях, которое представляет собой каркас с размещенной на ней площадкой, где имеются равноудален-

ные отверстия для стержней (рис. 1). При подведении площадки со стержнями к поверхности участка поля данные стержни принимают рельеф исследуемого участка. При этом стержни выполняются из диэлектрического материала и имеют возможность передавать сигнал соприкосновения с почвой на панель со светодиодами, которые фиксируются в журнал наблюдений.

Устройство работает следующим образом: каркас устанавливается на исследуемую поверхность и выравнивается по уровню. Далее замыкается электрическая цепь и на контрольной панели загораются светодиоды. Каждый стержень связан с одним светодиодом. Вращением рукоятки винта опускается площадка со стержнями до их первого касания с почвой. В результате касания стержень отходит от площадки вверх и теряется контакт со светодиодом, который в свою очередь гаснет. Данные фиксируются в таблице наблюдений. Следующее вращение рукоятки на некоторый угол также приведет к потере контакта светодиодов со стержнями, вследствие их касания с землей и вертикального сдвига от площадки.



**Рис. 1. Расположение устройства для профилирования поверхности почвы и определения направления стока атмосферных осадков в полевых условиях**

Перемещение площадки при вращении винта относительно каркаса устройства определяется по следующей формуле

$$L = s_p \left( k_{\text{вин}} + \frac{\gamma}{360} \right),$$

где  $L$  – вертикальное перемещение площадки, мм;

$s_p$  – шаг резьбы, мм;

$k_{\text{вин}}$  – количество оборотов винта;

$\gamma$  – поворот рукоятки винта, град.

### Результаты исследований

В процессе полевых исследований измерения микрорельефа проводили после обработки почвы противозерозионным орудием культиватора-глубокорыхлителя – плоско-режущей лапой [7], шириной захвата 110 см и глубиной обработки 25 см, с установленным рабочим органом для внесения жидких

мелиорантов [8]. Почву обрабатывали поперек склона, на контрольном поле – с разделением его на восемь участков (рис. 2). Размер участков составлял 25×30 м.

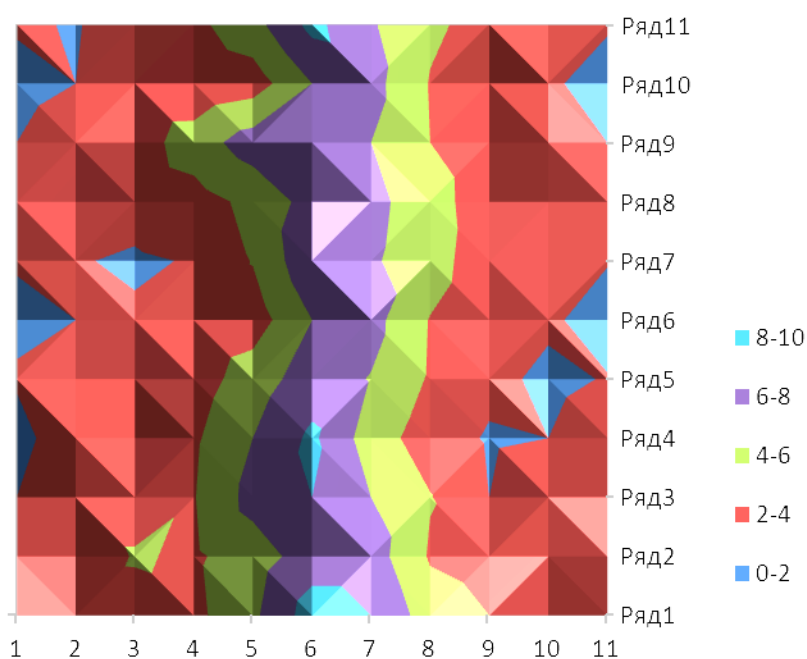
Место проведения исследований – СХПК «Труд», расположенное в Батыревском районе Чувашской Республики.

По полученным данным построен график отклика, на котором можно наблюдать формирование бороздки (рис. 3).

На представленном графике видна продолжительная линия, которая характеризуется наиболее высоким участком от 6 до 10 мм после прохода рабочего орудия. Данный участок представляет собой борозду, образованную стойкой рабочего органа, которая позволяет задерживать интенсивное течение атмосферных осадков и талых вод.



**Рис. 2. Контрольное поле с выбранными точками (1-1, 1-2,..., 2-1 и т.д.) для измерений профиля поверхности почвы**



**Рис. 3. График отклика после обработки почвы противоэрозионным орудием культиватора-глубококорыхлителя**

### Заключение

Таким образом, устройство для профилирования поверхности почвы и определения направления стока атмосферных осадков в полевых условиях позволяет контролировать проводимые противоэрозионные мероприятия.

### Библиографический список

1. Почвенное картирование: учебно-методическое пособие / под редакцией: Б. Ф. Апарина, Г. А. Касаткиной. – Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2012. – 128 с. – Текст: непосредственный

2. Hegazy, Rashad. (2013). Soil Surface Profile Computation Using Portable Profile Meter with Image Processing and Tracking Technique. *Global Journal of Researches in Engineering*. 13 (3) 10.6084/M9.FIGSHARE.3189643.

3. Нозадзе, Л. Р. Мелиоративные приемы повышения противозерозионной устойчивости орошаемых южных черноземов степной зоны нижнего Дона: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 06.01.02 / Нозадзе Леван Резоевич. – Саратов, 2015. – 24 с.

4. Егоров, В. П. Водно-физические свойства мерзлых почв до и после рыхления подпахотного слоя / В. П. Егоров, Е. П. Алексеев, М. П. Смирнов. – Текст: непосредственный // Мобильная энергетика в сельском хозяйстве: состояние и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, доктора технических наук Медведева Владимира Ивановича, Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. – 2018. – С. 283-286.

5. Васильев, С. А. Методика и устройство для профилирования поверхности почвы и определения направления стока атмосферных осадков в полевых условиях / С. А. Васильев, И. И. Максимов, В. В. Алексеев. – Текст: непосредственный // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 3 (19). – С. 22-26.

6. Патент № 2543813. Устройство для профилирования поверхности почвы и определения направления стока атмосферных осадков в полевых условиях / Максимов И. И., Васильев С. А., Максимов В. И., Петров А. А., Васильев А. А. (Россия). – № 2013154603; заявл. 09.12.2013; опубл. 10.03.2015.

7. Карташов, Д. Ю. Анализ траектории движения зубьев при создании эксперимен-

тального почвообрабатывающего рабочего органа / Д. Ю. Карташов, С. А. Васильев, Е. П. Алексеев [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2 (80). – С. 91-94.

8. Патент № 2428829 РФ. Рабочий орган для внесения в почву жидких мелиорантов / Максимов И. И., Васильев С. А., Васильев А. А., Максимов В. И. (Россия). – № 2010104265/21; заявл. 08.02.2010; опубл. 20.09.2011.

### References

1. Pochvennoe kartirovanie: uchebno-metodicheskoe posobie / pod red. B.F. Aparina, G.A. Kasatkinoy. – Sankt-Peterburg: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2012. – 128 s.

2. Hegazy, Rashad. (2013). Soil Surface Profile Computation Using Portable Profile Meter with Image Processing and Tracking Technique. *Global Journal of Researches in Engineering*. 13 (3) 10.6084/M9.FIGSHARE.3189643.

3. Nozadze, L.R. Meliorativnye priemy povysheniya protivozerozionnoy ustoychivosti oroshaemykh yuzhnykh chernozemov stepnoy zony Nizhnego Dona: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 06.01.02 / Nozadze Levan Rezoevich. – Saratov, 2015. – 24 s.

4. Egorov, V.P. Vodno-fizicheskie svoystva merzlykh pochv do i posle rykhleniya podpakhotnogo sloya / V.P. Egorov, E.P. Alekseev, M.P. Smirnov // Mobilnaya energetika v selskom khozyaystve: sostoyanie i perspektivy razvitiya. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya professora, doktora tekhnicheskikh nauk Medvedeva Vladimira Ivanovicha, Zasluzhennogo deyatelya nauki i tekhniki RSFSR. – 2018. – S. 283-286.

5. Vasilev, S.A. Metodika i ustroystvo dlya profilirovaniya poverkhnosti pochvy i opredele-niya napravleniya stoka atmosferykh osadkov v polevykh usloviyakh / S.A. Vasilev, I.I. Maksimov, V.V. Alekseev // Vestnik APK Stavropolya. – 2015. – No. 3 (19). – S. 22-26.

6. Pat. 2543813 Ustroystvo dlya profilirovaniya poverkhnosti pochvy i opredeleniya napravleniya stoka atmosferykh osadkov v polevykh usloviyakh / I.I. Maksimov, S.A. Vasilev, V.I. Maksimov, A.A. Petrov, A.A. Vasilev (Rossiya). – No. 2013154603; Zayavleno: 09.12.2013; Opubl. 10.03.2015.

7. Kartashov, D.Yu. Analiz traektorii dvizheniya zubev pri sozdanii eksperimental-nogo pochvoobrabatyvayushchego rabocheho organa / D.Yu. Kartashov, S.A. Vasilev, E.P. Alekseev, A.A. Vasilev, V.V. Alekseev // Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo ped-agogicheskogo universiteta im. I.Ya. Yakovleva. – 2013. – No. 4-2 (80). – S. 91-94.

8. Pat. 2428829 RF. Rabochiy organ dlya vneseniya v pochvu zhidkikh meliorantov / I.I. Maksimov, S.A. Vasilev, A.A. Vasilev, V.I. Maksimov (Rossiya). – No. 2010104265/21; Zayavleno: 08.02.2010; Opubl. 20.09.2011.



УДК 631.6

Н.П. Шкилев, А.А. Васильев  
N.P. Shkilev, A.A. Vasilyev

## ПРИМЕНЕНИЕ СПИРАЛЬНОГО ВИНТА В РАБОЧЕМ ОРГАНЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МЕЛИОРАНТОВ

### THE USE OF A SPIRAL SCREW IN THE WORKING TOOL FOR APPLYING LIQUID AMELIORANTS

**Ключевые слова:** *мелиоранты, рабочий орган для внесения жидких мелиорантов, напор, трубопровод, спиральный винт.*

Исследуется рабочий орган для внесения жидких мелиорантов для возможности создания дополнительного напора жидкости в трубопроводе за счет применения вращающегося спирального винта. Спиральный винт получает вращение через переходную втулку от зубчатого колеса, которое контактирует с плужной подошвой и приводится во вращательное движение в процессе перемещения машинно-тракторного агрегата. Получающий вращательное движение винт непосредственно оказывает воздействие на жидкие мелиоранты своими витками. При перемещении витков спирального винта между внутренней и наружной трубами предотвращается забивание отверстий инородными включениями и создается дополнительный выравнивающий напор. Создание такого напора по всей длине устройства позволяет распределять одинаковое количество жидких

мелиорантов из всех выходных отверстий. Дополнительный напор от вращающегося спирального винта зависит от числа совершаемых им оборотов. На практике количество оборотов спирального винта конструктивно зависит от скорости перемещения рабочего органа в почве. В полевых исследованиях устройство для распыла жидких мелиорантов крепилось к культиваторной лапе плоскореза-глубоко-рыхлителя шириной захвата 110 см. Установившаяся рабочая скорость в процессе исследований составила 6-8 км/ч, что позволяет зубчатому колесу диаметром 11 см совершать 300-400 мин.<sup>-1</sup>, при этом напор жидких мелиорантов в устройстве для распыла находится в диапазоне 0,2-0,64 м. Таким образом, дополнительный выравнивающий напор жидких мелиорантов в устройстве можно получить, применяя вращающийся спиральный винт. Вращение винта непосредственно получает от зубчатого колеса и численно зависит от рабочей скорости машинно-тракторного агрегата.