

УДК 631.4

С. А. Васильев

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, Чебоксары,
Российская Федерация

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛОГРАФОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СКЛОНОВЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ

Целью исследований является обоснование конструктивно-технологических параметров профилографов для контроля мелиоративных технологий на склоновых агроландшафтах. Выявленные трудности при разработке и проведении мелиоративных мероприятий зачастую связаны со значительной пространственной и временной изменчивостью основных параметров подстилающей поверхности. Для нахождения этих параметров предлагается применять способ определения среднего уклона путем профилографирования исследуемой подстилающей поверхности почвы с использованием контактного и бесконтактного профилографов. При контроле определяют направление и величину среднего уклона поверхности почвы элементарного участка поля, а также шероховатость и волнистость обработанной дневной поверхности почвы. Выполнено обоснование диаметра сканируемой окружности в зависимости от применяемой на склоновом агроландшафте мелиоративной технологии как основного конструктивно-технологического параметра профилографа. По результатам теоретических исследований получена зависимость количества пересечений со средней линией от диаметра сканируемой окружности и ширины технологической борозды. Эта зависимость позволила рассчитать рекомендуемый радиус сканирования поверхности почвы профилографом для различных почвообрабатывающих и противоэрозионных машин с учетом микрорельефа или гребнистости почвы после ее обработки. Получено выражение для обработки методом скользящего среднего измеряемых данных при контроле мелиоративных технологий на склоновых агроландшафтах. Предложенный метод нахождения параметров подстилающей поверхности в полевых условиях реализован в обоснованных технических средствах измерения, которые упрощают способ и повышают точность определения среднего уклона, шероховатости и волнистости дневной поверхности почвы при контроле мелиоративных технологий на склоновых агроландшафтах.

Ключевые слова: профилирование поверхности почвы, профилограф, обоснование параметров, подстилающая поверхность, технические средства контроля, сканируемая окружность.

S. A. Vasiliev

Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Russian Federation

JUSTIFICATION OF STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PROFILOGRAPHS FOR RECLAMATION TECHNOLOGIES CONTROL ON SLOPING CULTIVATED LANDS

The purpose of research is to validate the structural and technological parameters of profilographs to control reclamation technologies on sloping cultivated soils. The identified shortcomings in developing and realization of reclamation events are often associated with significant spatial and temporal variability of main parameters of the underlying surface. The

method of determining the average slope by strip chart recording of the investigated underlying soil surface using contact and contact profilographs is proposed to find out these parameters. Both the direction and size of the average slope of the surface element, and the roughness and waviness of the treated daylight surface are determined during control. The justifications of the scanned girth diameter depending on the applied reclamation technology on sloping cultivated land as the main structural and technological parameter of profilograph is done. According to the results of theoretical research the dependence of the number of intersections with the center line on the scanned girth diameter and technological furrow width has been obtained. This relationship made it possible to calculate the recommended scan radius of the soil surface by profilograph for different tillage and erosion-conservation machines taking into account microrelief or soil ridgeness after its treatment. An expression for processing the measured data by the moving average method under the reclamation techniques control on sloping cultivated lands is obtained. The proposed method of finding out the underlying surface parameters under the field conditions is completed in reasonable industrial gages that simplify the method and improve the accuracy of determining the average slope, roughness and ridgeness of daylight surface under the control of reclamation techniques on sloping agricultural landscapes.

Keywords: soil surface profiling, profilograph, substantiation of parameters, underlying surface, control technologies, scanned girt.

Введение. Определенные трудности, которые возникают при проектировании мелиоративных мероприятий и их проведении на используемых склоновых агроландшафтах, чаще всего связаны с существенной пространственной и временной изменчивостью основных параметров подстилающей поверхности: средний уклон, волнистость и шероховатость [1, 2].

Наиболее популярными методами получения информации о подстилающей поверхности, применяемыми в России и зарубежных странах, являются пин-метр метод (pin meter) или профилометрирование, стереофотография, метод теней, лазерное сканирование, метод цепи и акустического рассеяния [1]. При анализе приведенного в научной литературе [1] обзора известных технических средств контроля подстилающей поверхности отмечено следующее:

- рассмотренные технические средства не обеспечивают приемлемую точность измерений неровностей подстилающей поверхности и нарушают технологическую форму сложения почвенных комков и агрегатов на поверхности почвы;

- некоторые технические средства контроля имеют громоздкую форму и неудобны при применении в полевых условиях;

- ряд средств не позволяет одновременно определять и записывать измеряемые параметры подстилающей поверхности поля.

В связи с этим целью исследований является обоснование конструктивно-технологических параметров профилографов для контроля мелиоративных технологий на склоновых агроландшафтах.

Материалы и методы. Для проведения экспериментальных исследований на склоновых землях разработан способ определения среднего уклона (патент РФ № 2560752) и других параметров подстилающей поверхности на элементарной площадке в полевых условиях, а также для его осуществления предлагаются профилографы [1, 3]. На рисунке 1, *а* приведена принципиальная схема установки профилографа, на рисунке 1, *б* – вид сверху, на рисунке 1, *в* – вид А. На рисунке 2 представлен общий вид контактного профилографа, на рисунке 3 – расположение устройства на склоне. Устройство состоит из рамы 1 с тремя опорами 2, по центру которой вертикально расположена шарнирно-фиксируемая ось 3, подшипника качения 4, телескопического плеча 5 с жестко закрепленной перпендикулярно на конце стойкой 6, поводка 7 в виде параллелограмма, ролика 8 и механизма считывания вертикального перемещения ролика, состоящего из датчика перемещения 9, жесткой ленты с продольной рамкой 10 и направляющей 11, закрепленной на кронштейне 12. На раме установлен уровень 13. Для определения угла поворота стойки 6 вокруг центра устройства применяется датчик перемещения 9, который закреплен на телескопическом плече 5 и скользит по поверхности диска 14, жестко закрепленного на оси 3.

Предварительно перед измерением рама 1 контактного профилографа устанавливается опорами 2 на исследуемом участке, а с помощью уровня 13 находят вертикальное положение оси 3 и фиксируют его, как показано на рисунке 1, *б*. Вылет телескопического плеча 5 выставляют в зависимости от величины неровностей поверхности элементарной площадки поля. Вылет зависит от вида обработки и типа почвы, например, после вспашки вылет больше, при обработке почвы под посев – меньше и т. д.

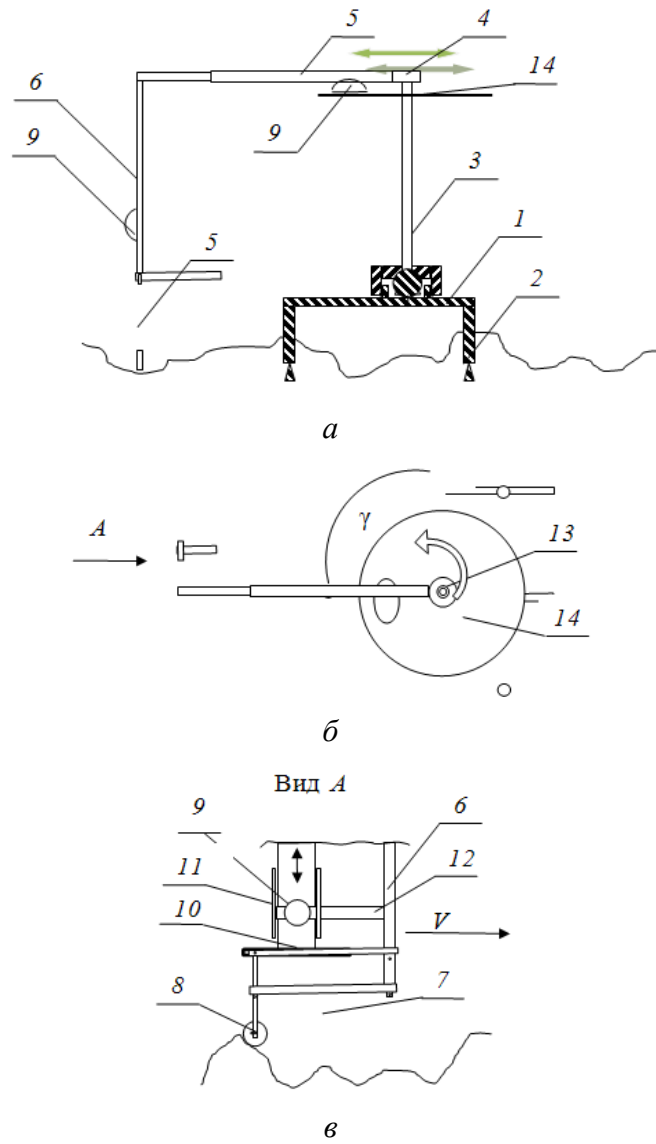
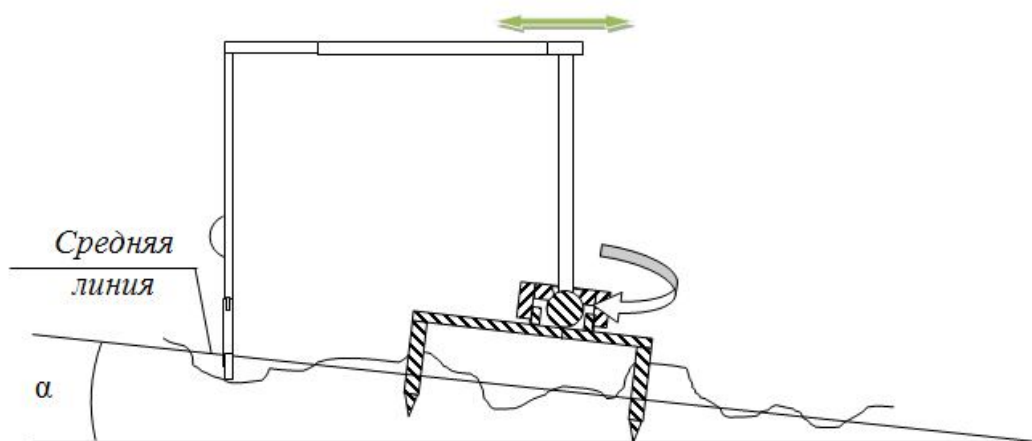


Рисунок 1 – Принципиальная схема контактного профилографа (патент РФ № 2560752)



Рисунок 2 – Общий вид контактного профилографа (автор фото С. А. Васильев)



**Рисунок 3 – Схема расположения устройства на склоне
(патент РФ № 2560752)**

Таким образом, существует возможность установить определенный радиус траектории движения ролика и получить необходимую базовую длину, которая должна быть такой, чтобы в ее пределах находилось около пятидесяти пересечений профиля со средней линией.

Датчики перемещения 9 подключаются через радиочастотную связь к компьютеру или ноутбуку и открывают записывающую программу.

Далее с постоянной скоростью вращают телескопическое плечо 5. В этот момент ролик двигается по окружности и копирует неровности участка. Параллелограммный механизм позволит передать только вертикальное перемещение ролика через считывающий механизм, как показано на рисунке 1, в.

С поверхности диска 14 также будет передаваться информация о пройденном датчиком перемещения 9 расстоянии. После выполненного одного оборота вокруг оси 3 проводят анализ полученной информации и строят график на компьютере.

На рисунках 4, 5 и 6 приведены принципиальная схема, схема работы датчика положения и общий вид изготовленного бесконтактного профилографа, разработанного с учетом преимуществ и недостатков контактного профилометра.

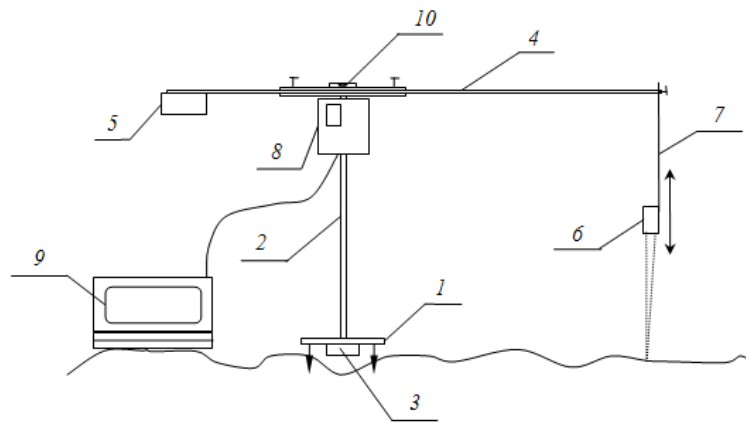
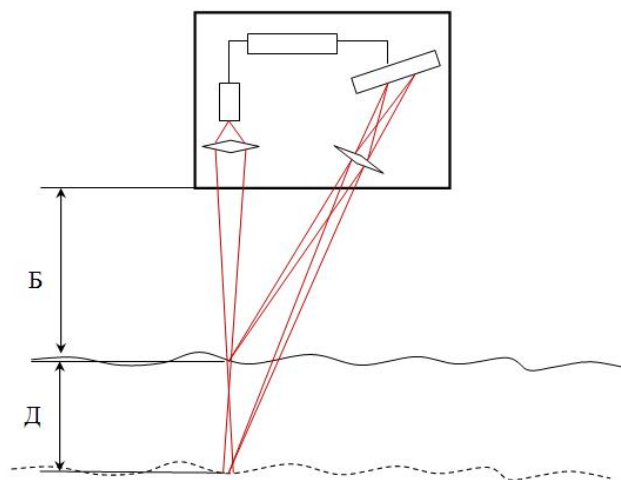


Рисунок 4 – Принципиальная схема конструкции бесконтактного профилографа



Б – базовое расстояние замера от датчика до подстилающей поверхности; Д – диапазон измерений при определении высоты неровностей подстилающей поверхности

Рисунок 5 – Схема работы датчика положения [4]



Рисунок 6 – Общий вид изготовленного бесконтактного профилографа (автор фото С. А. Васильев)

Устройство состоит из массивного основания со стержнями *1* для фиксации на поверхности почвы, на него с помощью подшипника устанавливается ось *2*, в нижней части которой находится энкодер – угловой датчик *3*, а в верхней части перпендикулярно закреплено подвижное плечо *4* с противовесом *5* с одной стороны и лазерным датчиком положения *6* с другой стороны, закрепленным с помощью стержня *7*, что позволяет изменять начальное положение лазерного датчика *6* [4]. В верхней части оси *2* имеется электронный блок обработки сигналов *8*, подсоединенный с помощью USB-кабеля к ноутбуку *9*. На оси *2* также крепится уровень *10*.

Устройство функционирует следующим образом. Предварительно профилограф устанавливают строго вертикально по уровню *10* во всех направлениях, перемещая плечо *4* по окружности. Электрическое питание для датчиков угла и положения подается от ноутбука *9*, на котором запускается компьютерная программа «РФ 605 + энкодер».

Далее медленно вращают плечо *4* вокруг основания *1*. Выполняя один оборот, лазерный датчик положения *6* сканирует поверхность почвы и передает информацию в электронный блок обработки сигналов *8*. В основе работы лазерного датчика положения лежит метод определения расстояния с помощью лазера [4], представленный на рисунке 5. Лазерный луч освещает на дневной поверхности почвы точку, до которой устройству необходимо измерить расстояние. Рассеянное отражение от точки поверхности почвы принимается CCD-линейкой. Электронный блок сигналов определяет длину до поверхности почвы по расположению сфокусированного пятна на CCD-линейке [4].

В то же время энкодер *3* замеряет положение оси *2* относительно основания *1* и также пересылает мгновенные значения угла поворота в электронный блок обработки сигналов *8*.

Таким образом, в электронный блок обработки сигналов поступают одновременно два сигнала, которые после обработки передаются на ноут-

бук 9. Компьютерная программа позволяет представить информацию в полярных координатах для двух параметров: расстояние между датчиком положения и поверхностью почвы, а также соответствующий этому положению угол поворота от нулевой отметки.

Результаты и обсуждение. Обоснование диаметра сканируемой окружности в зависимости от применяемой на склоновом агроландшафте мелиоративной технологии как основного конструктивно-технологического параметра профилографа выполняем с использованием расчетной схемы, приведенной на рисунке 7.

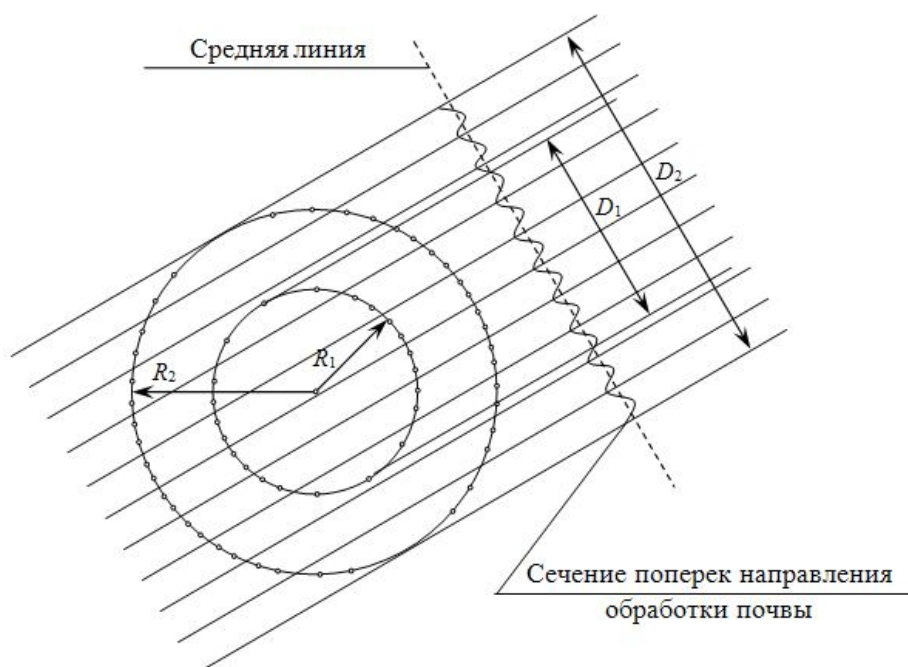


Рисунок 7 – Схема к обоснованию диаметра сканируемой окружности

Для исследуемого участка зададим под профилограф две сканируемые окружности с диаметрами D_1 и D_2 .

Определим длину сканируемых окружностей:

$$L_1 = 2\pi R_1 = \pi D_1, \quad (1)$$

$$L_2 = 2\pi R_2 = \pi D_2, \quad (2)$$

где R_1 и R_2 – радиусы сканируемых окружностей на поверхности почвы.

Известно, что на базовой длине измерения количество пересечений профиля со средней линией должно достигать 40–50 раз [5].

Исходя из этого, определим количество пересечений профиля со средней линией для исследуемого участка:

$$n = \frac{D}{b}, \quad (3)$$

где n – количество пересечений со средней линией на исследуемом участке;

b – ширина технологической борозды для определенной операции по обработке почвы, м.

Используя выражение (3), представим графически зависимость количества пересечений со средней линией от диаметра сканируемой окружности и ширины технологической борозды (рисунок 8). Ширину технологической борозды, характерную для предпосевной обработки почвы и посева, зададим от 3 до 15 см [6].

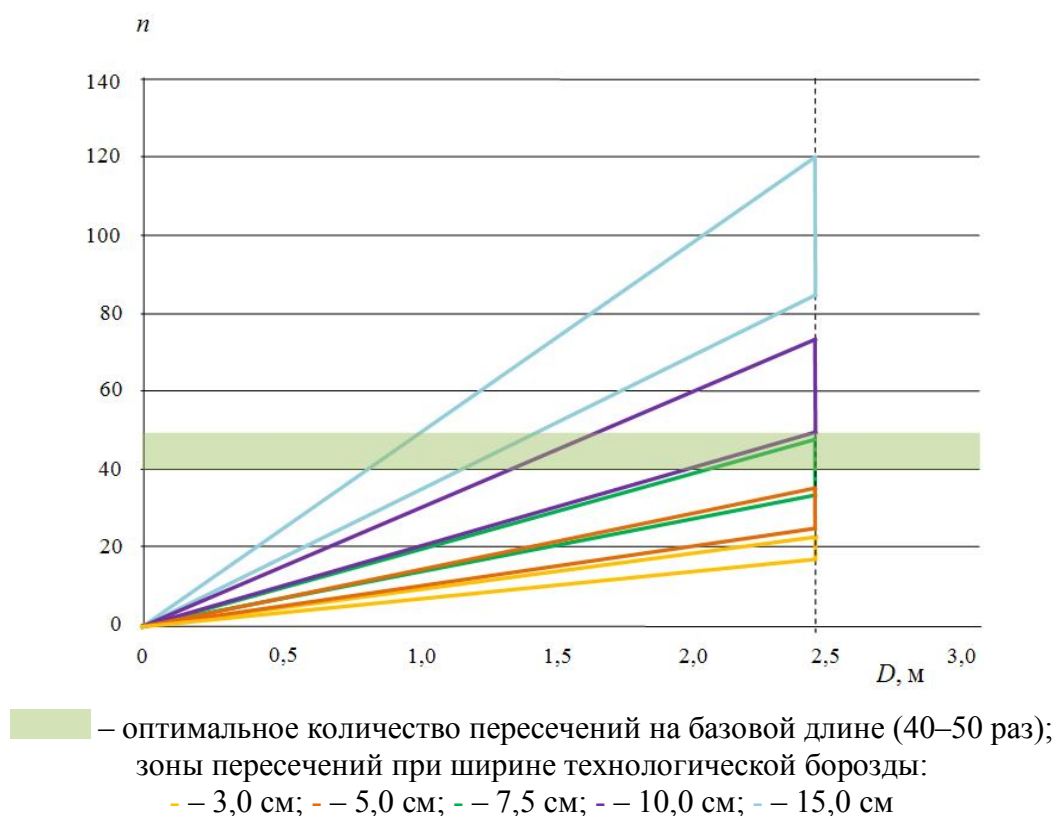


Рисунок 8 – Зависимость количества пересечений со средней линией от диаметра сканируемой окружности и ширины технологической борозды

В реальности, скатывающиеся на дно борозды комки, образующиеся при основной и предпосевной обработке почвы, меняют «идеальную» сто-

коформирующую поверхность. Таким образом, количество пересечений со средней линией возрастает, и нет необходимости существенно увеличивать радиус, это может повлечь снижение точности исследований для рассматриваемой элементарной площадки. Данное явление отмечено на графике рисунка 8 увеличением ширины поля для каждого заданного размера технологической борозды.

Используя графическую зависимость изменения количества пересечений со средней линией от диаметра сканируемой окружности и ширины технологической борозды, полученную по выражению (3), а также учитывая микрорельеф или гребнистость почвы после ее обработки, рассчитываем рекомендуемый радиус сканирования поверхности почвы профилографом для различных почвообрабатывающих и противоэрозионных машин (таблица 1).

Таблица 1 – Рекомендуемый радиус сканирования поверхности почвы профилографом для различных почвообрабатывающих и противоэрозионных машин

Наименование и марка почвообрабатывающей машины	Вид работы	Микро-рельеф, см	Радиус сканирования, м
1	2	3	4
Борона дисковая полу-прицепная БДП-4 × 4П	Зяблевая обработка почвы	1,8	0,50–0,75
Культиватор К-720 МК	Обработка почвы парового поля	2,0–2,1	0,75–1,00
Дисковый культиватор RTS	Зяблевая поверхностная обработка почвы	2,1	0,75–1,00
Луцильник дисковый гидрофицированный ЛДГ-15	Обработка почвы парового поля	2,3	0,75–1,00
Рыхлитель чизельный навесной РЧН- 4,5	Зяблевая обработка почвы	2,3–4,0	0,75–1,00
Культиватор ПК-990	Обработка почвы парового поля	2,5	0,75–1,00
Плуг-рыхлитель блочно-модульный ПРБ-3	Основная безотвальная обработка стерни озимой пшеницы	2,8–3,2	0,75–1,00
Культиватор К-570М	Предпосевная обработка почвы	2,9–3,1	0,75–1,00
Культиватор противоэрозионный комбинированный КПЭ-3,8Г	Зяблевая обработка почвы	3,5–6,5	0,75–1,00
Глубокорыхлитель «SALFORD DRH 9815-19»	Основная глубокая безотвальная обработка почвы	До 5,0	1,00–1,25

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Культиватор почвообрабатывающий ПК-850	Зяблевая обработка почвы	5,2–5,4	1,00–1,25
Плуг чизельный глубокорыхлитель ПЧ-2,5	Глубокое рыхление почвы по стерновому фону	9,2	1,25–1,50
Противоэрозионное орудие ОП-3С	Зяблевая безотвальная мелкая обработка почвы	6,3–11,2	1,25–1,50
Глубокорыхлитель-щелерез ГЩ-4М	Сплошная обработка почвы	13,6	1,50–1,75

Данные для теоретического исследования получены из протоколов испытаний противоэрозионных машин, предоставленных машиноиспытательными станциями на сайтах организаций МИС [7].

Анализ таблицы 1 показывает, что преимущественно при предпосевной и зяблевой обработке почвы на ее поверхности создается микрорельеф в пределах 1,8–3,5 мм, а при основной и противоэрозионной обработке образуется существенная по величине гребнистость (до 10 см и более).

Использование метода скользящего среднего позволяет разбить данные на составляющие по выражению [8, 9]:

$$y(t) = s(t) + k(t) + \varepsilon(t), \quad (4)$$

где $s(t)$ – средний уклон поверхности;

$k(t)$ – волнистость поверхности;

$\varepsilon(t)$ – шероховатость поверхности.

Таким образом, при обработке информации имеется возможность выделить на общем фоне $s(t)$ – средний уклон поверхности, случайно расположенные неровности $\varepsilon(t)$ – шероховатость поверхности и технологические борозды $k(t)$ – волнистость поверхности.

Разработанные технические средства контроля применялись при почвенно-мелиоративных исследованиях на территории межхозяйственной оросительной системы «Дружба» Канашского района Чувашской Республики [10]. Работы выполнялись в рамках федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России

на 2014–2020 годы». На проектно-изыскательские работы для реконструкции выделялось более 4 млн руб., а фактически, например, на почвенно-мелиоративные исследования, было затрачено в два раза меньше – около 250 тыс. руб. за счет использования современных технических средств контроля. Стоимость применяемого в этих изысканиях профилографа с программным обеспечением составляет от 100 до 150 тыс. руб. (в зависимости от их количества).

В современных исследованиях [11] ведется разработка научно обоснованного подхода к созданию прикладных программ по выбору оптимального состава приборов для оснащения агрометеорологических комплексов, применяемых в системах прецизионного земледелия при орошении дождеванием, что в дальнейшем позволит обосновать стоимость оптимального состава приборов в целом по технологии.

Предложенный метод определения параметров подстилающей поверхности в полевых условиях реализован в обоснованных технических средствах измерения, которые упрощают способ и повышают точность определения среднего уклона, шероховатости и волнистости дневной поверхности почвы при контроле мелиоративных технологий на склоновых агроландшафтах.

Выводы. Для контроля мелиоративных технологий, применяемых на склоновых агроландшафтах, предложен способ определения среднего уклона путем профилирования по окружности исследуемой подстилающей поверхности почвы. При реализации данного способа используются контактный и бесконтактный профилографы. Выполнено сравнение этих профилографов, выявлены особенности конструкции и их применения по разработанной методике. Обоснован диаметр сканируемой окружности в зависимости от реализуемой на склоновом агроландшафте мелиоративной технологии как основной конструктивно-технологический параметр профилографа. Получена зависимость количества пересечений со средней ли-

нией от диаметра сканируемой окружности и ширины технологической борозды. Рассчитан рекомендуемый радиус сканирования поверхности почвы разработанными профилографами для различных почвообрабатывающих и противоэрозионных машин с учетом микрорельефа или гребнистости почвы после ее обработки, и результаты представлены в виде таблицы. Получено выражение для анализа методом скользящего среднего измеряемых данных при контроле мелиоративных технологий, применяемых на склоновых агроландшафтах.

Список использованных источников

1 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 // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 3(19). – С. 22–26.

2 Максимов, И. И. Энергетическая концепция эрозионной устойчивости антропогенных агроландшафтов / И. И. Максимов, В. И. Максимов. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2006. – 304 с.

3 Киреев, И. М. Устройства для определения рельефа и микрорельефа участка поля / И. М. Киреев, З. М. Коваль, Ф. А. Зимин // Измерительная техника. – 2014. – № 8. – С. 24–26.

4 ООО «РИФТЭК»: веб-сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.riftek.com.

5 Аннотированный сборник средств измерения и испытательного оборудования. – Новокубанск: РосНИИТиМ, 2012. – 51 с.

6 Мишин, П. В. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка / П. В. Мишин, В. Х. Хузин. – Чебоксары, 1999. – 110 с.

7 ФГБУ «Государственный испытательный центр»: веб-сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sistemamis.ru>.

8 Алексеев, В. В. Эконометрика в Openoffice. org Calc: лабораторный практикум / В. В. Алексеев, Г. Г. Волков, Е. А. Григорьев. – Чебоксары: ЧКИ РУК, 2011. – 219 с.

9 Ведяпин, Г. В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. В. Ведяпин. – М.: Колос, 1973. – 199 с.

10 Результаты почвенно-мелиоративных исследований при реконструкции межхозяйственной оросительной системы «Дружба» Чувашской Республики / А. Н. Дмитриев, С. А. Васильев, В. В. Алексеев, И. И. Максимов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 17–21.

11 Щедрин, В. Н. Оптимизация состава приборного обеспечения контроля агрометеопараметров как этап разработки технологии прецизионного орошения [Электронный ресурс] / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, А. А. Чураев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИПМ, 2016. – № 3(23). – С. 1–18. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec425-field6.pdf.

References

- 1 Vasilyev S.A., Maksimov I.I., Alexeev V.V. 2015. *Metodika i ustroystvo dlya profilirovaniya poverkhnosti pochvy i opredeleniya napravleniya stoka atmosferykh osadkov v polevykh usloviyakh* [Technique and Device for Soil Surfacing and Sensing the Direction of Precipitation Flow in Field Conditions]. *Vestnik APK Stavropoliya* [Agrobusiness Bull. Stavropol]. no. 3(19). pp. 22-26. (In Russian).
- 2 Maksimov I.I., Maksimov V.I. 2006. *Energeticheskaya kontseptsiya erozionnoy ustoychivosti antropogennykh agrolandshaftov* [Energy Concept of Erosion Resistance of Anthropogenic Cultivated Land]. Cheboksary: Chuvash State Agricultural Academy, 304 p. (In Russian).
- 3 Kireev I.M., Koval Z.M., Zimin F.A. 2014. *Ustroystva dlya opredeleniya reliefa i mikroreliefa uchastka polya* [Devices for Determining the Relief and Micro-relief of the Field]. *Izmeritel'naya tekhnika* [Measuring Equipment]. no. 8, pp. 24-26. (In Russian).
- 4 LLC "RIFTEK": website [electronic resource]. Available: www.riftek.com. (In Russian).
- 5 *Annotirovannyi sbornik sredstv izmereniya i ispytatelnogo oborudovaniya* [Annotated Reports of Measurement Means and Testing Equipment]. Novokubansk: RosNIITiM, 2012, 51 p. (In Russian).
- 6 Mishin P.V., Huzin V.Kh. 1999. *Praktikum po ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka* [Workshop on Operating the Machine and Tractor Fleet]. Cheboksary, 110 p. (In Russian).
- 7 FGBU "State Test Center": the website [electronic resource]. Available: <http://sistemamis.ru>. (In Russian).
- 8 Alekseev V.V., Volkov G.G., Grigoriev E.A. 2011. *Ekonometrika v Openoffice* [Econometrics in Openoffice. org Calc: laboratory practical]. Cheboksary: CHKI RUK, 219 p. (In Russian).
- 9 Vedyapin G. V. 1973. *Obshchaya metodika eksperimental'nogo issledovaniya i obrabotki opytnykh dannykh* [General Technique of Experimental Research and Processing of Experimental Data]. Moscow, Kolos Publ., 199 p. (In Russian).
- 10 Dmitriev A.N., Vasilyev S.A., Alekseev V.V., Maksimov I.I. 2016. *Rezultaty pochvenno-meliorativnykh issledovaniy pri rekonstruktsii mezhkhozyaistvennoy orositel'noy sistemy Druzhba Chuvashskoy Respubliki* [The Results of Soil-Reclamation Investigations at Reconstruction of Interfarm Irrigation System "Druzhba" in Chuvash Republic]. *Meliotatsiya i vodnoe khozyaistvo* [Irrigation and Water Management]. no. 2, pp. 17-21. (In Russian).
- 11 Shchedrin V.N., Vasiliev S.A., Churaev A.A. 2016. *Optimizatsiya sostava pribornogo obespecheniya kontrolya agrometeoroparametrov kak etap razrabotki tekhnologii pretsizionnogo orosheniya* [Optimization of Instrumentation structure of Agrometeorological Parameters Control as a Stage of Precision Irrigation Process Development]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII Problem melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems]. Novocherkassk: RosNIIPM. no. 3(23), p. 1-18 Available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec425-field6.pdf. (In Russian).

Васильев Сергей Анатольевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: доцент

Должность: доцент

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»

Адрес организации: ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, Российская Федерация, 428003

E-mail: vsa_21@mail.ru

Vasiliev Sergey Anatolyevich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Title: Associate Professor

Position: Associate Professor

Affiliation: Chuvash State Agricultural Academy

Affiliation address: st. K. Marksa, 29, Cheboksary, Chuvash Republic, Russian Federation, 428003

E-mail: vsa_21@mail.ru