



УДК 631.314.02.01

DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-4-43-48

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Голубев В.В.<sup>1\*</sup>,  
канд. техн. наук;

Кудрявцев А.В.<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук;

Фирсов А.С.<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук;

Сафонов М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тверская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Садовая, 7, уч. корп. 5, п. Сахарово, г. Тверь, 170904, Российская Федерация, \*e-mail: slavasddg@mail.ru

<sup>2</sup>Колледж «Подмосковье», ул. Овражная, 2а, г. Клин, Московская область, 141600, Российская Федерация

Применение современных технологий и инновационных технических средств при возделывании зерновых культур, льна-долгунца, клевера и рапса подчеркивает актуальность проведения многофакторного полевого опыта. Запланированный многолетний полевой опыт определения зависимости урожайности возделываемых сельхозкультур от установленных факторов позволит обосновать основные технологические приемы и подтвердить оптимальные параметры и режимы работы инновационных рабочих органов для выполнения обработки почвы, посева сельскохозяйственных культур и последующей их защиты. По результатам планирования полевого опыта ширина и длина учетной делянки составили 3 и 20 м соответственно. При рендомизированном размещении на возделывание одной сельскохозяйственной культуры понадобилась 81 учетная делянка. Общий размер опытного поля при исследовании трех факторов с тремя уровнями варьирования составил 110 м в ширину и 215 м в длину. Перед началом проведения полевого опыта фиксировали исходное состояние почвенного профиля, агрономические и биологические характеристики почвы. После проведения каждой серии экспериментальных исследований отмечали изменение свойств почвы, а также вегетацию возделываемых сельскохозяйственных культур. Основным откликом проведения полевого опыта служит урожайность. На основании полученных результатов проведения многофакторного полевого опыта планируется освоить вновь возделываемые сельскохозяйственные угодья на площади более 27 га, повысить урожайность сельхозкультур на 17-19 процентов вследствие накопленного почвенного плодородия и внедрения инновационных технологических и технических средств возделывания. Разработанные рекомендации будут реализованы в сельхозпредприятиях Тверской области и на других ближайших регионах Нечерноземной зоны.

**Ключевые слова:** методика полевого опыта, инновационные рабочие органы, почвообработка, посев, опрыскивание, многофакторный эксперимент.

■ **Для цитирования:** Голубев В.В., Кудрявцев А.В., Фирсов А.С., Сафонов М.А. Методика проведения агротехнического полевого опыта // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. №4. С. 43-48

## TECHNIQUE OF AGROTECHNICAL FIELD EXPERIMENT

Golubev V.V.<sup>1\*</sup>,  
Ph. D. (Eng.);

Kudryavtsev A.V.<sup>1</sup>,  
Ph. D. (Eng.);

Firsov A.S.<sup>1</sup>,  
Ph. D. (Eng.);

Safonov M.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tver state agricultural academy, Sadovaya St., 7, build. 5, set. Sakharovo, Tver, 170904, Russian Federation, \*e-mail: slavasddg@mail.ru

<sup>2</sup>College «Podmoskov'e», Ovrzhnaya St., 2a, Klin, Moscow region, 141600, Russian Federation

Application of modern technologies and innovative technical equipment at cultivation of grain-crops, including winter wheat, flax, clover and rape, causes actuality of carrying out the multivariable field test. The planned long-term field experience of determination of dependence of the productivity of the cultivated agricultural cultures on the set factors will allow to justify basic technological methods and confirm optimal parameters and modes of operations of innovative working tools for tillage, sowing and crop protection. By results of planning of field experiment width and length of a plot were 3 and 20 m respectively. At randomized placement for one crop cultivation 81 registration plots were necessary. The general size of the test field at a research of three factors with three levels of variation was 110 m width and 215 m length. Before conducting field experiment the authors fixed an initial condition of a soil profile, agronomical and biological characteristics of the soil. Change of soil properties of the and also crops vegetation was noted at of the end of carrying out studies of each series of tests. The main response of field experiment conducting was the productivity. On the basis



of the received results more than 27 hectares will be cultivated to increase crop productivity by 17-19 percent owing to the saved-up soil fertility and introduction of innovative technological and technical means of cultivation. The developed recommendations will be realized at agricultural enterprises in the Tver' region and in others regions of the of the Non-black earth zone.

**Keywords:** Technique of field experiment; Innovative working tools; soil cultivation; Seeding; Spraying; Multiple-factor experiment.

**For citation:** Golubev V.V., Kudryavtsev A.V., Firsov A.S., Safonov M.A. Technique of agrotechnical field experiment. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2017; 4: 43-48. DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-4-43-48. (In Russian)

**Д**ля повышения почвенного плодородия в современных системах земледелия важно применить технологические и технические средства, наиболее полно отвечающие агротехническим требованиям, с учетом условий функционирования технической системы и особенностей сельхозкультур.

В комплексе технологических операций по возделыванию яровых и озимых культур, в том числе льна-долгунца, рапса в начальный период следует особенно качественно выполнить технологические операции: предпосевную обработку почвы, внесение минеральных удобрений, посев с одновременной заделкой семян и средств защиты растений.

В рамках пилотного проекта в Тверской ГСХА начинается освоение более 2000 га, ранее не используемых в сельскохозяйственном севообороте. Планируется посеять несколько культур, в том числе лен-долгунец, яровой рапс и клевер, подобрать оптимальную технологию их возделывания и инновационные технические средства для ее реализации.

**Цель исследования** – обоснование комплекса мероприятий и технических средств для возделывания яровых и озимых культур, в том числе льна-долгунца, рапса и клевера, с применением инновационных технологических и технических разработок в условиях сельскохозяйственных угодий Тверской ГСХА.

**Материалы и методы.** На основании теоретических предпосылок исследований взаимодействия факторов, связанных с комплексом мероприятий по возделыванию льна-долгунца, рапса, пшеницы, клевера, планируется проведение многофакторного полевого опыта 2016-2019 гг. Одной из задач станет учет агроландшафтных условий. На начальном этапе составлена характеристика полевого участка по данным топографических карт. На следующем этапе определяют исходные характеристики почвенного горизонта: тип, механический состав, засоренность растительными остатками, кочками, камнями.

Программой полевых исследований предусмотрено изучение влияния учитываемых факторов на изменение физико-механических и технологических свойств (ФМТС) почвы, а также вегетации растений. Основным откликом является урожайность возделываемых культур. Исследовали каче-

ственные показатели функционирования технических систем, количественные значения которых оптимизированы и подтверждены предварительными исследованиями в лабораторно-полевых условиях [1-2]. Последовательность проведения полевого опыта следующая: вначале определить необходимое количество делянок и повторность выполнения экспериментальных исследований, а затем непосредственно провести полевой опыт.

На основании планирования многофакторного эксперимента предусмотрена разбивка исследуемого участка полевого опыта на учетные делянки по существующим методикам [3-4].

Перед началом проведения полевого опыта необходимо определить оптимальное число повторности. На основании методов теории вероятности примем доверительную вероятность 0,7-0,8, поскольку при проведении полевого опыта требуется определить лишь закономерность изменения основного отклика – урожайности культур при варьировании исследуемых факторов. При выбранном математическом методе за основу берутся результаты предварительных исследований в лабораторно-полевых условиях.

На этапе планирования полевого опыта требуется определить оптимальное количество экспериментов, которое должно отличаться от классического метода. Основоположающими критериями математического планирования полевого опыта выбираем воспроизводимость и управляемость уровней варьируемых факторов.

Рассматриваемая модель исследования включает определение влияния следующих факторов: почвенный агрофон, характеризующийся различным видом обработки почвы; качество посева, зависящее от используемых типов сошников; качество распределения пестицидов, на которое влияет тип форсунок опрыскивателя.

В рамках рассматриваемой модели для повышения информативности проведения экспериментальных исследований предусмотрены уровни варьирования для каждого фактора. С учетом теории математического планирования проведения экспериментальных исследований матрица полнофакторного эксперимента (ПФЭ) типа  $3^3$  будет выглядеть



Table 1	План-матрица полнофакторного эксперимента типа 3 <sup>3</sup> PLAN MATRIX OF A FULL-FACTORIAL EXPERIMENT OF 3 <sup>3</sup> TYPE			Таблица 1
Исследуемые факторы Studied factors	Уровни варьирования / Variability levels			
	нижний (-1) / low (-1)	средний (0) / medium (0)	верхний (+1) / top (+1)	
Качество обработки почвы (X <sub>1</sub> ) Soil cultivation quality (X <sub>1</sub> )	фрезерование + культивация rotary tillage + cultivation	фрезерование + выравнивание rotary tillage + smoothing	фрезерование + боронование + прикатывание rotary tillage + harrowing + rolling	
Качество посева (X <sub>2</sub> ) Seeding quality (X <sub>2</sub> )	катковый roller	комбинированный integrated	полосовидный runner	
Качество опрыскивания (X <sub>3</sub> ) Spraying quality (X <sub>3</sub> )	щелевой slotted	эжекторный ejection	инжекторный injection	

следующим образом (табл. 1).

В ходе проведения полевого опыта основным откликом служит урожайность. Полевой опыт планируется провести при возделывании яровых культур (зерновые – пшеница, рожь; мелкосеменные – лен-долгунец, яровой рапс) и озимых (пшеница, рожь, рапс). Одновременно при реализации полевого опыта фиксируют изменение качества обработки почвы и вегетацию растений.

Поскольку количество уровней по факторам X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> и X<sub>3</sub> равно трем, то число опытов при классическом методе определения находят как:

$$n = m^k, \tag{1}$$

где *m* – число уровней;

*k* – число факторов в серии опытов.

Тогда для нашего случая количество опытов при однократном проведении экспериментов составляет 27. При этом общее количество экспериментов, с учетом трехкратной повторности, составляет 81. В качестве контроля используют нормальные технологии возделывания зерновых культур, характерные для рядовых сельскохозяйственных предприятий.

Для подготовки полевого опыта и разбивки участка на делянки осуществляют кодирование значений факторов и уровней [5].

Функция отклика для полевого опыта будет выглядеть следующим образом:

$$y = f(X_1, X_2, X_3), \tag{2}$$

где *y* – урожайность как основной отклик, кг/га;

X<sub>1</sub> – влияние фактора, характеризующего качество обработки почвы;

X<sub>2</sub> – влияние фактора, характеризующего посев возделываемой сельскохозяйственной культуры;

X<sub>3</sub> – влияние фактора, характеризующего качество распределения рабочего материала для защиты растений.

Table 2	ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ИССЛЕДУЕМЫХ ФАКТОРОВ POSSIBLE STUDIED FACTORS									Таблица 2
№ опыта Test number	Исследуемые факторы Studied factors			Совместное влияние факторов Joint effect of factors						
	кодированные значения coded data			x <sub>1</sub> <sup>2</sup>	x <sub>2</sub> <sup>2</sup>	x <sub>3</sub> <sup>2</sup>	x <sub>1</sub> ·x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> ·x <sub>3</sub>	x <sub>2</sub> ·x <sub>3</sub>	
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>							
1	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
2	0	-	-	0	+	+	0	0	+	
3	+	-	-	+	+	+	-	-	+	
4	-	0	-	+	0	+	0	+	0	
5	0	0	-	0	0	+	0	0	0	
6	+	0	-	+	0	+	0	-	0	
7	-	+	-	+	+	+	-	+	-	
8	0	+	-	0	+	+	0	0	-	
9	+	+	-	+	+	+	+	-	-	
10	-	-	0	+	+	0	+	0	0	
11	0	-	0	0	+	0	0	0	0	
12	+	-	0	+	+	0	-	0	0	
13	-	0	0	+	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	+	0	0	+	0	0	0	0	0	
16	-	+	0	+	+	0	-	0	0	
17	0	+	0	0	+	0	0	0	0	
18	+	+	0	+	+	0	+	0	0	
19	-	-	+	+	+	+	+	-	-	
20	0	-	+	0	+	+	0	0	-	
21	+	-	+	+	+	+	-	+	-	
22	-	0	+	+	0	+	0	-	0	
23	0	0	+	0	0	+	0	0	0	
24	+	0	+	+	0	+	0	+	0	
25	-	+	+	+	+	+	-	-	+	
26	0	+	+	0	+	+	0	0	+	
27	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Полученная математическая модель в виде уравнения регрессии может быть описана квадратичной зависимостью:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3, \tag{3}$$

где x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub> – кодовые значения исследуемых факторов;

b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>11</sub>, b<sub>12</sub>, b<sub>13</sub>, b<sub>23</sub> – коэффициенты кодо-

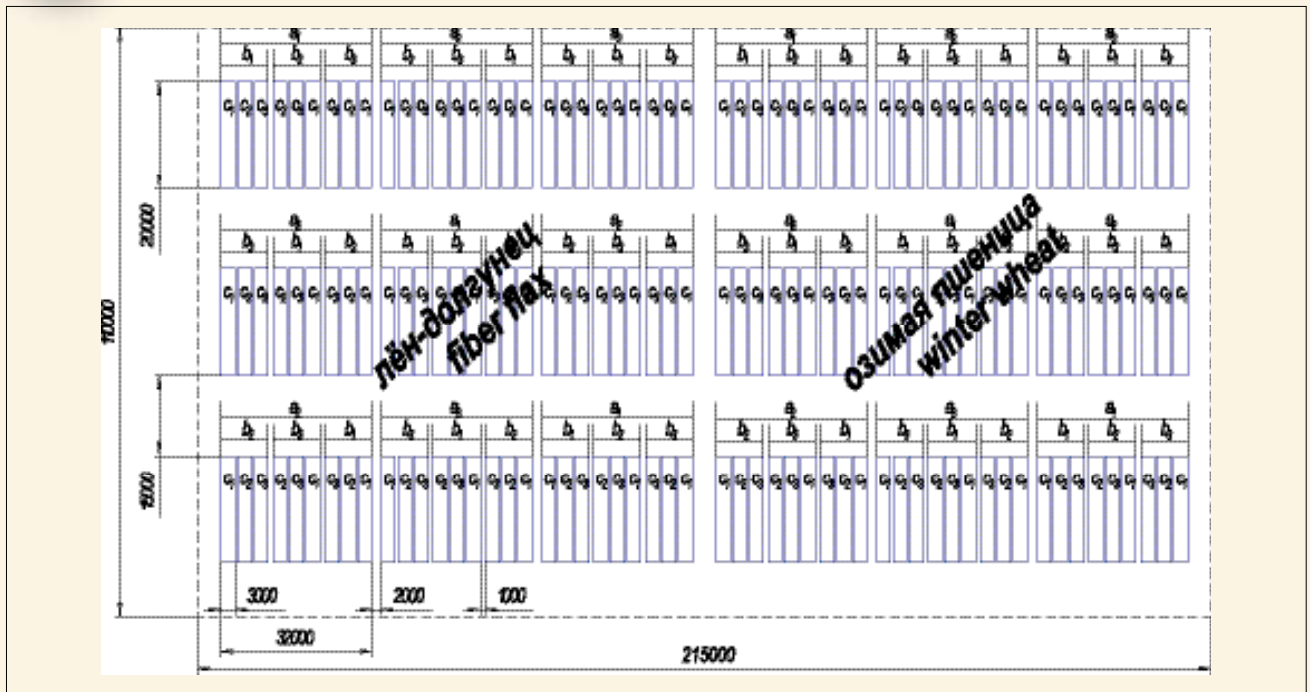


Рис. 1. Схема размещения участков полевого опыта, мм  
 $a_1, a_2, a_3$  – уровни варьирования фактора  $X_1$ ;  $b_1, b_2, b_3$  – уровни варьирования фактора  $X_2$ ;  $c_1, c_2, c_3$  – уровни варьирования фактора  $X_3$

Fig. 1. Chart of areas placing when the field experience  
 $a_1, a_2, a_3$  – levels of  $X_1$  factor variation;  $b_1, b_2, b_3$  – levels of  $X_2$  factor variation;  $c_1, c_2, c_3$  – levels of  $X_3$  factor variation

вых значений исследуемых факторов.

Для реализации полевого опыта и определения коэффициентов уравнения регрессии (3) дальнейшее планирование эксперимента осуществляется с учетом совместного влияния факторов (табл. 2).

Перед началом проведения полевого опыта исследуют исходные ФМТС почвы: твердость; прочность почвы на сжатие, изгиб; влажность и плотность; наличие растительности; выровненность участка. Выбор показателей и исследования ФМТС почвы, изменения вегетационных характеристик и урожайности осуществляются в соответствии со стандартными методиками, инструкциями по эксплуатации измерительных средств, требованиями ГОСТ и руководящими документами, а также частными методиками, реализованными при проведении лабораторных и предварительных полевых исследований [5-7].

Схема размещения учетных делянок на полевом опыте реализована рандомизированным способом для снижения влияния вариативности свойств почвы на чистоту проведения эксперимента (рис. 1).

Геометрические характеристики участков полевого опыта определяют исходя из выбранной технологии обработки почвы, посева и защиты растений, с учетом технологических, конструктивных и кинематических режимов работы выбранных машинно-тракторных агрегатов. Площадь одной делянки при проведении эксперимента составляет не менее  $50 \text{ м}^2$ . Размер опытного участка –  $110 \times 215 \text{ м}$ .

Соответственно, площадь всего опытного участка равна  $24\,725 \text{ м}^2$ . Размер одной делянки при однократной повторности проведения эксперимента –  $3 \times 20 \text{ м}$ , что соответствует предъявляемым требованиям к учетной делянке по площади не менее  $50 \text{ м}^2$ .

Для проведения агротехнического полевого опыта отведена общая площадь 2,5 га на участке, который не использовали в севообороте более 5-7 лет. В качестве контроля принята стандартная технология обработки почвы, посева и ухода за посевами серийным комплексом машин, рекомендуемым для Нечерноземной зоны. Площадь контрольного участка составляет  $200 \text{ м}^2$ .

Движение агрегатов запланировано в определенном порядке по схеме. Последовательность воздействия каждого учитываемого уровня исследуемого фактора полнофакторного эксперимента отражена на фрагменте полевого опыта (рис. 2) на примере возделывания озимой пшеницы.

Размеры поворотных полос с учетом применяемых рабочих органов и установленных максимальных размеров машинно-тракторных агрегатов для чистоты проведения полевого опыта определяют по выражению:

$$E = 3R + e, \tag{4}$$

где  $R$  – радиус поворота агрегата, м;

$e$  – длина выезда агрегата или расстояние от центра агрегата до крайних рабочих органов сельскохозяйственных машин, м.



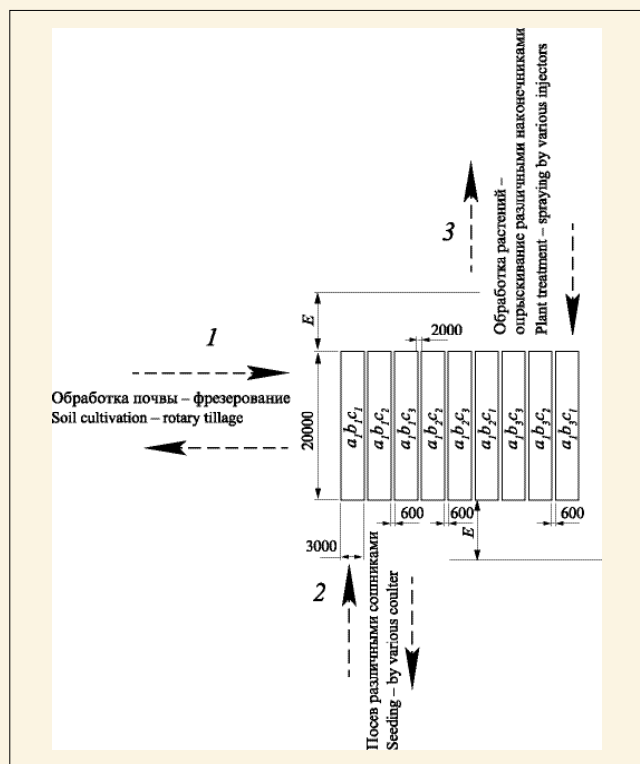


Рис. 2. Фрагмент опытного поля однократной повторности 1, 2, 3 – очередность выполнения технологических операций исследуемых факторов

Fig. 2. Fragment of test field of single (In Russian) 1, 2, 3 – sequence of performance of technological operations of the studied factors

При проведении полевого опыта планируется:

- определить гранулометрический состав почвы;
- измерить исходную плотность почвы, а также после ее обработки, посева и опрыскивания;
- вычислить объемную массу почвы, ее влажность, твердость, капиллярную влагоемкость и пористость. Объемную массу контролируют в пробах в течение вегетационного периода по фазам роста и развития сельхозкультур по слоям почвенного горизонта 0-10 см; 10-20 и 20-30 см, определяя по формуле:

$$V_{II} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h, \tag{5}$$

где  $d$  – диаметр измерительного цилиндра (со стороны заглубления), см;

$h$  – высота почвенного образца в измерительном цилиндре, см.

Влажность почвы исследуют одновременно с плотностью, руководствуясь следующими формулами:

– абсолютная влажность почвы ( $\omega$ , %):

$$\omega = \frac{m_B}{m_{II}} \cdot 10^2, \tag{6}$$

где  $m_B$  – масса воды, испарившейся из пробы, г;

$m_{II}$  – масса абсолютно сухой почвы, г;

– относительная влажность почвы ( $\omega'$ , %)

$$\omega' = \frac{m_B}{m_{II}'} \cdot 10^2, \tag{7}$$

где  $m_{II}'$  – масса сырой почвы (навески), г.

При определении твердости почвы ( $P_{II}$ , %) твердомером Ревякина Ю.Ю. допустима погрешность измерения не более 5%. В этом случае применима формула:

$$P_{II} = \frac{h_{cp} \cdot a_{II}}{10 \cdot S_{II}}, \tag{8}$$

где  $h_{cp}$  – значение средней ординаты диаграммы твердости, см;

$a_{II}$  – коэффициент сжатия пружины, кг/см;

$S_{II}$  – площадь сечения наконечника твердомера, см<sup>2</sup>.

Капиллярную влагоемкость измеряют методом насыщения образцов с ненарушенной структурой.

Пористость ( $P$ , %) и аэрацию ( $A$ , %) почвы рассчитывают по следующим формулам:

$$P = \left(1 - \frac{V}{d}\right) \cdot 100, \tag{9}$$

где  $V$  – объемная масса почвы, г/см<sup>3</sup>;

$d$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;

$$A = P - V \cdot m_B. \tag{10}$$

Применение предложенной последовательности и методики определения показателей установленного отклика позволит повысить информативность полученных данных, точность проведения расчетов для последующей реализации на сельскохозяйственных предприятиях Нечерноземной зоны.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** При оценке качества выполнения технологических операций измеряют:

- глубину хода рабочих органов почвообрабатывающих машин в 15 точках на одной делянке методом конверта;

- глыбистость поверхности до и после прохода – методом наложения квадратной рамки площадью 0,25 м<sup>2</sup> в пятикратной повторности, причем глыбы разделяют на фракции 5,0-10,0 см, 10,1-15,0 и 15,1-25,0 см, после чего рассчитывают указанный показатель (%);

- комковатость почвы (%) до и после прохода агрегата – наложением рамки площадью 0,25 м<sup>2</sup> на поверхность участка в трехкратной повторности, причем почвенные комки размером до 50 мм раскладывают на фракции – 10-20 мм; 21-30 мм; 31-40 мм; 41-50 мм, после чего рассчитывают суммарную площадь почвенных элементов.

При производстве полевого опыта учитывают рельеф почвенного профиля в соответствии с требованиями ГОСТ. Уклон поля определяют нивелиром марки EFT AL – 32 No 050178. Нивелирование поверхности поля проводят по всей поверхности участка испытаний. Отклик изменения характеристик ФМТС почвы измеряли с помощью полевой лаборатории Литвинова И.М., а также приборно-

го обеспечения кафедры технологических и транспортных машин и комплексов.

Для эффективности влияния опрыскивания учитывали объем сорняков по массе. Для этого на учетных делянках на уровне поверхности почвы, срезами культурные растения и сорняки и отдельно их взвешивали. На весах ВЛК – 500 с погрешностью измерения + 1 г. Результаты записывали в виде приложения по соответствующей форме. Засоренность ( $Z_c$ , %) посевов и почвы сорной растительностью рассчитывали по формуле:

$$Z_c = \frac{g_c}{g_k + g_c} \cdot 10^2, \quad (11)$$

где  $g_c$  – масса сорняков на учетной делянке, г;

$g_k$  – масса сельскохозяйственной культуры на

учетной делянке, г.

После расчета по данной формуле высчитывают среднюю засоренность почвы и посева как среднее арифметическое значение всех учетных площадок одной серии опыта.

**Выводы.** На основании полученных результатов проведения многофакторного полевого опыта планируется освоение вновь задействованных сельскохозяйственных угодий. Ожидаемое повышение урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур от внедрения технологических мероприятий и инновационных технических средств составляет в среднем 17-19% от контрольного варианта. Разработанные рекомендации планируется реализовать в хозяйствах Тверской области и других ближайших регионов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудрявцев А.В. Машина для улучшения лугов и пастбищ // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. N5. С. 690-695.
2. Сафонов В.В., Голубев В.В., Андреев А.Н. Сошник прямого высева // *Агропродовольственный сектор экономики страны в условиях глобализации и интеграции: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции 7-9 июня 2016 г. Тверь: ЦНиОТ*, 2016. С. 148-152.
3. Горбачёв И.В., Сафонов М.А. Лабораторные испытания инжекторного распылителя // *Агропродовольственный сектор экономики страны в условиях глобализации и интеграции: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции 7-9 июня 2016 г. Тверь: ЦНиОТ*, 2016. С. 143-148.
4. Хайлис Г.А., Ковалёв М.М. Исследование сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных. М.: Колос, 1994. 169 с.
5. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ВНИИ овощеводства. 2011. 650 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Кудрявцев А.В. Физические и технологические свойства кочек закороченных лугов и пастбищ // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2015. N2. С. 28-32.

### REFERENCES

1. Kudryavtsev A.V. Machine for meadows and pastures improvement. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2013; 5: 690-695. (In Russian)
2. Safonov V.V., Golubev V.V., Andreev A.N. Supply coulter for direct seeding. *Agroprodovol'stvennyy sektor ekonomiki strany v usloviyakh globalizatsii i integratsii: Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 7-9 June 2016. Tver': TsNiOT*, 2016: 148-152. (In Russian)
3. Gorbachev I.V., Safonov M.A. Laboratory researches of injector spray nozzle. *Agroprodovol'stvennyy sektor ekonomiki strany v usloviyakh globalizatsii i integratsii: Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 7-9 June 2016. Tver': TsNiOT*, 2016: 143-148. (In Russian)
4. Khaylis G.A., Kovalev M.M. Issledovanie sel'skokhozyaystvennoy tekhniki i obrabotka opytnykh dannykh [Agricultural machinery investigation and experimental data processing] Moscow: Kolos, 1994: 169. (In Russian)
5. Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve [Field techniquet in vegetable growing]. Moscow: VNIИ ovoshchevodstva. 2011: 650. (In Russian)
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Technique of field experiment (with bases of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 1985: 351. (In Russian)
7. Kudryavtsev A.V. Adaptive energy-savig cultivator for stony soils cultivation. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2015; 2: 28-32. (In Russian)

**Критерии авторства.** Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution.** The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.