УДК 001.573:631.81.095.337

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-47-3-31-40

А.Ю. Измайлов, Н.Т. Сорокин, К.Н. Сорокин, В.С. Никитин, С.А. Белых, Д.А. Благоев

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Ключевые слова: технологическая линия; математическая модель; микроэлементы; урожайность сельскохозяйственных культур; агрохимические показатели почвы.

Введение. Основной проблемой современного ведения сельскохозяйственного производства на фоне внедрения современных технологий и достижения высоких показателей продуктивности является сохранение почвенного плодородия. К сожалению, большинство современных технологий для производства сельскохозяйственных культур направлены на применение минеральных удобрений и средств защиты растений, воздействие которых на почву является негативным. В условиях современного развития органического земледелия, которое призвано поддерживать здоровье экосистем, почвы, растений, животных и человека, применение гуминовых удобрений становится все более востребованным в растениеводстве. Воздействие гуминовых удобрений на растения носит сложный, многоступенчатый характер и охватывает весь период от обработки семян до вегетации. Гуматы влияют на общий ход обмена веществ в растениях и на процессы их роста. Под их влиянием в растениях усиливаются азотный, фосфорный, калийный и углеводный обмены. Усвоение растением легко растворимых в воде калийных и азотных удобрений под действием гуматов увеличивается в несколько раз.

Другой важнейшей составляющей питания растений являются микроэлементы: медь, цинк, бор, марганец, молибден, кобальт. Гуматы наиболее эффективно транспортируют микроэлементы в растения, и именно гуматы образуют с микроэлементами комплексы, легко усваиваемые растениями. Основные микроэлементы потребляются растениями в очень малых количествах, измеряемых тысячными и даже сотыми долями процента, но незаменимы для их развития. Внесение органоминеральных удобрений очень важно на почвах с низким содержанием микроэлементов. Это дерново-подзолистые, легкие по механическому составу почвы и почвы с низким содержанием гумуса. На этих полях опрыскивание растений гуматом надо сочетать с внесением гуматов в почву.

Цель исследования – применение цифровых технологий в создании системы управления отдельными технологическими операциями при производстве гуминовых удобрений.

Методика и результаты исследования. Учеными ИТОСХа разработана технологиче-

ская линия (рисунок 1), которая производит из органического сырья (торф, бурый уголь и др.) гуминовые удобрения с возможностью обогащения их микроэлементами (В, Cu, Mn, Mo, Co, Zn). Процесс обогащения гуминовых препаратов необходимыми микроэлементами осуществляется методом дозирования с помощью программно-технического комплекса, установленного на технологической линии, на основе программ: программа MasterOPC Universal Modbus Server сервер и MasterSCADA (рисунок 2).

Программа MasterOPC Universal Modbus Server осуществляет через прибор AC4 широтно-импульсную связь с приборами нижнего уровня и OPC-клиентами верхнего уровня, такими как MasterSCADA. Программа MasterSCADA осуществляет управление и контроль типовым технологическим объектом (насосом, задвижкой, реактором, фильтром и т. п., рисунки 3, 4). На рисунке 4 слева показаны две колонки, а справа – мнемосхема дозирования микроэлементов. Первая колонка «Система» предназначена для работы с нижним уровнем, где сгенерированы входы (датчиков) и выходы (реле) на включение подачи напряжения на насос и электромагнитные клапаны, вторая колонка «Объект» предназначена для работы с верхним уровнем, для которого из базы объектов выбираются логические, мнемонические устройства со своими входами, выходами, мышкой соединяющиеся с входами и выходами в первой колонке, таким образом, между двумя колонками программируются прямые, обратные и логические связи.

В программе вводится объем (в таблице задания объемов «БОР») микроэлемента № 1, который пересчитывается в обороты, включается клапан № 1 и насос, цвет которых меняется на синий, в таблице фиксируются доза и время процесса до отработки всех тактов, по окончании которых происходит выключение клапана и насоса (рисунок 5) [1, 2].

Аналогично производится дозирование других микроэлементов.

В зависимости от концентрации гуминовых кислот в гуматном растворе программой рассчитывается площадь, для которой можно применить весь объем гуминовых удобрений накопительной емкости технологической линии.

Рисунок 1
Технологическая линия производства гуминовых удобрений из органического сырья

Рисунок 2
Комплекс программно-технических устройств дозирования

Принято, что на 1 га вносится 100 г гуминовых кислот, тогда площадь определяется по формуле:

$Площадь =$

$= Объем\ накопительной\ емкости \times (C1 / C2),$

где $C1$ – концентрация гуминовых кислот в одном литре накопительной емкости, г/л; $C2$ – рекомендованная доза внесения гуминовых кислот на 1 га = 100 г.

Далее для этой площади с учетом типа почвы, планируемой урожайности сельско-

хозяйственной культуры производятся расчеты доз микроэлементов для внесения их в гуматный раствор.

Расчет доз микроэлементов основан на многолетних опытных данных научных учреждений (таблица 1) по влиянию микроэлементов почвы, внесенных микроудобрений, органических удобрений на урожайность основных сельскохозяйственных культур Центрального региона России.

Рисунок 3
Вид программы MasterOPC

Рисунок 4
Вид программы MasterSCADA

Для этого были разработаны математические модели микроэлементного питания сельскохозяйственных культур для бора, меди, марганца, молибдена, кобальта, цинка. Модели учитывают все известные нам источники поступле-

ния этих микроэлементов в почвенный раствор [4] трех типов почв (таблица 2) для основных сельскохозяйственных культур Центрального региона РФ (таблица 3).

Рисунок 5
Гидравлическая система ввода микроэлементов

Таблица 1 Агрохимические показатели опытов (фрагмент), почва дерново-подзолистая, суглинки

Культура	Урожайность, ц/га	Содержание в почве, мг/кг			Внесено навоза, т	Уровень внесения микроудобрений, кг д.в./га		
		Бор	Медь	Марганец		Марганец	Бор	Медь
Ячмень	У	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
	15	0,35	1,50	40,0	0	0,110	0,006	0,016
	20	0,41	1,87	47,5	0	0,146	0,008	0,021
	25	0,45	2,25	55,0	0	0,183	0,010	0,026
	30	0,53	2,62	62,5	0	0,219	0,012	0,031
	35	0,60	3,00	70,0	0	0,256	0,014	0,036

Таблица 2 Основные группы типов (подтипов) почв

№ групп (типов) почв	Наименование групп (типов) почв
1	дерново-подзолистые супесчаные светло-серые лесные супесчаные серые лесные супесчаные
2	дерново-подзолистые суглинистые светло-серые лесные суглинистые серые лесные суглинистые
3	темно-серые лесные суглинистые с гумусом более 3 % черноземы выщелочные, оподзоленные

Таблица 3 Основные группы культур и их подгруппы

№	Группа основных культур	Подгруппа культур
1	Озимая пшеница	озимая рожь, озимый ячмень, озимые зерновые
2	Яровой ячмень	яровая пшеница, овес, гречиха, просо и другие колосовые
3	Горох	вика, чечевица, нут, бобы и другие зернобобовые
4	Клевер	люцерна, козлятник, эспарцет и другие многолетние бобовые
5	Картофель	картофель раннеспелый, среднеспелый, позднеспелый
6	Кормовая свекла	сахарная свекла фабричная, полусахарная, турнепс и другие корнеплоды
7	Тимофеевка	кострец безостый, овсяница луговая красная, ежа сборная и другие злаковые

Ниже приведена математическая модель микроэлементного питания сельскохозяйственных культур в виде уравнения [3–9]:

$$Y = \frac{A_1 X_1 (1 + X_2)}{1 + A_2 X_1 + A_3 X_1 X_2}, \quad (1)$$

где X₁ – содержание бора (меди, марганца и др.) в обрабатываемом слое пашни (агрохимическое обследование), мг/кг; Y – планируемая урожайность культуры в ц/га; A₁, A₂, A₃ – коэффициенты уравнения для бора (меди, марганца и др.);

X_{2B} (Cu, Mn) – агрегированная переменная – сумма всех источников поступления в почву бора (меди, марганца и др.), кг действующего вещества;

$$X_{2B} = 3X_4 + \text{org_B } X_7 + X_9 + X_B;$$

$$X_{2Cu} = 3X_5 + \text{org_Cu } X_7 + X_{10} + X_{Cu};$$

$$X_{2Mn} = 3X_6 + \text{org_Mn } X_7 + X_8 + X_{Mn},$$

где $3X_4$ – содержание бора в почве на площади 1 га, кг; $3X_5$ – содержание меди в почве на площади 1 га, кг; $3X_6$ – содержание марганца в почве на площади 1 га, кг; org_B – количество бора в 1 т органического удобрения (навоза), кг; org_Cu – количество меди в 1 т органического удобрения (навоза), кг; org_Mn – количество марганца в 1 т органического удобрения (навоза), кг; X_7 – количество внесенных органических удобрений (навоза), т; X_9 , X_{10} , X_8 – количество внесенных микроудобрений (борных, медных, марганцевых). X_B , X_{Cu} , X_{Mn} – сумма других источников поступления бора, меди, марганца в почву соответственно.

Источники поступления микроэлементов в почвенный раствор: почва, органическое вещество (навоз), семена, солома (ботва) предшественника.

Ниже приведен расчет компонентов агрегированной переменной бора (X_{2B}). Расчет компонентов для других агрегированных переменных (X_{2Cu} , X_{2Mn}) аналогичен. Бор почвы:

$$V_{\text{почвы}} = 3X_4,$$

где 3 – коэффициент пропорциональности; X_4 – содержание бора в почве, мг/кг.

Бор органического вещества:

$$V_{\text{орг.в-ва}} = \text{Kol org_B},$$

где Kol – количество органического вещества, т.

Бор семян:

$$V_{\text{семян}} = \text{Nrm Sod_1c},$$

где Nrm – норма высева семян, ц/га; Sod_1c – содержание бора в 1 ц семян с.-х. культуры, кг/ц.

Бор соломы (ботвы) предшественника:

$$V_{\text{соломы (ботвы)}} = k_{\text{ur}} \text{Ur } k_{\text{suh}} \text{Sod_pr},$$

где k_{ur} – коэффициент побочной продукции предшественника; Ur – урожайность предшественника, ц/га; k_{suh} – коэффициент сухого вещества для побочной продукции предшествен-

ника; Sod_pr – содержание бора в 1 ц побочной продукции предшественника, кг.

Чтобы определить дозу микроэлемента для получения планируемого урожая сельскохозяйственной культуры, необходимо по найденным ранее коэффициентам (A_1 , A_2 , A_3) определить из уравнения агрегированную переменную X_{2B} (X_{2Cu} , X_{2Mn}) соответственно; вычесть из X_{2B} (X_{2Cu} , X_{2Mn}) фактическое содержание бора (меди, марганца), имеющееся в почве, то есть:

$$D_B = X_{2B} - (3X_4 + \text{org_B } X_7 + X_B);$$

$$D_{Cu} = X_{2Cu} - (3X_5 + \text{org_Cu } X_7 + X_{Cu});$$

$$D_{Mn} = X_{2Mn} - (3X_6 + \text{org_Mn } X_7 + X_{Mn}),$$

где D_B , D_{Cu} , D_{Mn} – расчетные дозы микроэлементов для бора, меди, марганца под планируемую урожайности Y соответственно, кг д.в.

Рассмотренная выше математическая модель (1) является нелинейной по параметрам A_1 , A_2 , A_3 . Поэтому при расчете оптимальных значений этих параметров для данной модели стандартный метод наименьших квадратов неприменим.

В приведенной блок-схеме показаны необходимые этапы выполнения расчетов по заданной модели с конечным результатом.

Оптимальная оценка параметров функции f (A_1 , A_2 , A_3 ; X_1 , X_2) рассчитывается с помощью градиентных методов, в частности с помощью метода покоординатного спуска. Макроблок-схема алгоритма оценки параметров A_1 , A_2 , A_3 уравнения (1) приведена на рисунке 6.

Коэффициенты уравнения A_1 , A_2 , A_3 получены по бору, меди, марганцу для основных сельскохозяйственных культур (таблица 3) и групп типов (подтипов) почв Центрального региона РФ (таблица 1).

Например, параметры A_1 , A_2 , A_3 по бору были получены из данных таблицы 1, в результате уравнение имеет вид:

$$Y = \frac{8,50235X_1(1 + X_2)}{1 + 1,33918X_1 + 0,07523X_1X_2}. \quad (2)$$

Уравнение (2) было протестировано на входных данных таблицы 1. Результаты расчетов показаны в таблице 2.

Таблица 4 Расчетные данные для бора по уравнению (2)

№ п/п	Урожайность, ц/га		Бор почвы, мг/кг	Бор				Расчет доз микроудобрений, д.в. кг/га
				Агрегир. переменная (факт) X2				
	факт	расчет		Всего, кг	в том числе			
					в почве, кг	в навозе, кг	в микроуд., кг д.в.	
	Yф	Yр	X1	X2	X4	X9	Zf	Zr
1	10	10,573	0,350	1,169	1,163	0	0,006	0,00622
2	15	15,054	0,412	1,379	1,370	0	0,008	0,00817
3	20	19,848	0,457	1,528	1,518	0	0,010	0,01052
4	25	24,855	0,538	1,798	1,786	0	0,012	0,01222
5	30	29,988	0,600	2,008	1,993	0	0,014	0,01448

Рисунок 6
Блок-схема алгоритма оценки параметров уравнения

Коэффициенты корреляции: $R(Y_f, Y_p) = 0,9974$; $R(Z_f, Z_r) = 0,9991$. Коэффициенты корреляции между значениями показателей урожайности, доз внесенных удобрений близки к единице, что означает высокую степень связи между расчетными и исходными показателями. Это показывает, что параметры уравнения определены оптимальным образом. В общем виде алгоритм расчета доз микроэлементов представлен блок-схемой на рисунке 7.

На основе рассмотренного выше алгоритма разработан программный комплекс расчета доз микроэлементов для основных групп сельскохозяйственных культур и почв Центрального региона РФ. Интерфейс программного комплекса представлен на рисунках 8, 9.

В программном комплексе использованы базы данных: данные опытов по влиянию микроэлементов почвы на урожайность сельскохозяйственных культур; данные коэффициентов урожайности сельскохозяйственных культур по отношению к базовой культуре (ячмень); данные о содержании микроэлементов в семенах полевых сельскохозяйственных культур; данные о содержании микроэлементов в побочной продукции сельскохозяйственных культур; данные по вы-

носу микроэлементов основными сельскохозяйственными культурами; данные по норме высева семян основных сельскохозяйственных культур; данные о содержании бора в борных микроудобрениях; данные о содержании меди в медных микроудобрениях; данные о содержании марганца в марганцевых микроудобрениях; данные о содержании молибдена в молибденовых микроудобрениях; данные о содержании кобальта в кобальтовых микроудобрениях; данные о содержании цинка в цинковых микроудобрениях.

Расчет требуемого количества удобрений проводится в два этапа. На первом этапе из списка выбираются микроудобрения, вводятся данные: планируемая урожайность, площадь поля, содержание микроэлементов в почве, концентрация гуминовых кислот, объем накопительной емкости технологической линии, себестоимость 1 л получаемого концентрата комплексных удобрений. На втором этапе производится расчет доз микроудобрений и экономических показателей (себестоимости производства комплексных гуминовых удобрений). Расчетные данные объемов доз микроэлементов далее используются оператором технологической линии для ввода в системе дозирования.

Рисунок 7
Алгоритм расчета доз микроэлементов

Рисунок 8
Интерфейс программы для определения потребности в микроудобрениях

Расчет доз микроудобрений

РАСЧЕТ ДОЗ МИКРОУДОБРЕНИЙ (В, Cu, Mn)

Хозяйство: ООО "Мурминское Рязанского района Рязанской области"

Микроудобрения

Борные	Медные	Марганцевые
Борная кислота, H ₃ BO ₃	Сернокислая медь, CuSO ₄	Сульфат марганца, Mn

Микроудобрения

Микроудобрения	действ. в-во, %	плотность, г/см ³	цена, руб/кг
Борные: Борная кислота, H ₃ BO ₃ , B=17.1-17.3	17.10	1.000	140.00
Медные: Сернокислая медь, CuSO ₄ *5H ₂ O	25.40	1.00	187.00
Марганцевые: Сульфат марганца, MnSO ₄ *5H ₂ O	32.50	1.22	150.00

Концентрация гуминовых кислот в рабочем растворе, г/л: 10.00

Объем концентрата в накопительной емкости, л: 2000

Себестоимость 1л концентрата гумата без микроудобрений, руб: 80.00

Расчет площади

Тип почвы	Мех. состав	Продукция растениеводства	N Поля	Урожайность, ц/га	Площадь поля, га	Внесено орг. уд., т/га	Содержание в почве подвижных форм микроэлементов, мг/кг		
							Бор (0,2 - 1)	Медь (1,5 - 7)	Марганец (10-100)
160	5	Ячмень яровой	1.0	25.00	200	0	0.50	4.00	60.00

Расчет доз микроудобрений

Дозы микроудобрений

N поля	Бор, д. в. кг/га	Бор, кг/га	Всего бора, л	Медь, д. в. кг/га	Медь, кг/га	Всего меди, л	Марг., д. в. кг/га	Марг., кг/га	Всего марганца, л
1	0.009	0.050	10.09	0.014	0.053	10.64	0.126	0.387	63.48

Площадь поля, га	Стоимость микроудобрений, руб			Стоимость, руб		Себестоимость 1л концентрата с микроудобрениями
	борные	медные	марганцевые	концентрата	концентрата с микроуд.	
200	1412.40	1990.31	11616.8	160000	175019.5	87.51

Выход

Рисунок 9
Расчет доз микроудобрений

После окончания расчетов пользователь может распечатать их результаты. Выходная форма содержит наименование продукции растениеводства, ее планируемую урожайность, площадь, дозы внесения микроудобрений и другие показатели.

Таким образом, применение цифровых технологий позволяет создавать системы управления отдельными технологическими операциями при производстве гуминовых удобрений, например, обогащение их микроэлементами. Это существенно усиливает эффективность положи-

тельного воздействия гуминовых удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур. При этом объем микроэлементов, вносимых в гуминовые удобрения, определяется дифференцированно, с учетом почвенных данных агрохимической службы региона, возделываемой культуры, планируемой урожайности. Применение комплексных гуминовых удобрений позволит осуществлять оптимальное микроэлементное питание выращиваемых культур, поддерживать плодородие почв в хозяйствах Центрального региона России.

Библиографический список

1. Белых, С.А. Обоснование параметров дозирующего устройства для производства комплексных удобрений на основе гуминовых [Текст] / С.А. Белых, К.Н. Сорокин // Техника и оборудование для села. 2014. № 8. С. 28–30.
2. Белых, С.А. Устройство для дозирования микроэлементов при производстве комплексных удобрений на основе гуминовых [Текст] / С.А. Белых, К.Н. Сорокин // Международная агроинженерия. 2014. Вып. 3 (№ 11). С. 75–84.

3. Сорокин, К.Н. Формирование алгоритма расчета доз комплексных удобрений на основе гуминовых под планируемую урожайность [Текст] / В.С. Никитин, К.Н. Сорокин // Техника и оборудование для села. 2014. № 5. С. 21–23.
4. Аристархов, А.Н. Влияние микроэлементов на производственные процессы ячменя ярового [Текст] / А.Н. Аристархов, В.П. Толстоусов, А.Ф. Харитонов, Н.К. Ефимова, Н.Н. Бушуев // Агрохимия. 2010. № 9. С. 36–50.

5. Зубкова, Т.А. Влияние комплексных микроудобрений на урожайность и качество ячменя ярового [Текст] / Т.А. Зубкова, В.А. Гулидова // Земледелие. 2012. № 8. С. 44–45.

6. Любченко, В.Б. Сохранение баланса микроэлементов в почве – один из факторов повышения урожайности [Текст] / В.Б. Любченко, С.В. Митрофанов, В.С. Никитин, Н.Б. Горохова // Инновации в АПК: стимулы и барьеры: сборник статей по материалам участников международной научно-практич. конф. М.: Научный консультант, 2017. С. 183–186.

7. Никитин, В.С. Формирование алгоритма расчета доз комплексных удобрений на основе гуминовых под планируемую урожайность

[Текст] / В.С. Никитин // Техника и оборудование для села. 2016. № 5. С. 20–23.

8. Никитин, В.С. Математическая модель почвенного питания сельскохозяйственных культур нечерноземной зоны Центрального региона Российской Федерации [Текст] / В.С. Никитин // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства: сб. науч. тр. Рязань: ГНУ ВНИМС Россельхозакадемии, 2013. С. 121–125.

9. Романенко, Г.А. Удобрения. Значение, эффективность применения [Текст]: справоч. пособие / Г.А. Романенко, А.И. Тютюников, В.Г. Сычев. М.: ЦИНАО, 1998. 376 с.

Сведения об авторах

1. **Измайлов Андрей Юрьевич**, доктор технических наук, академик РАН, директор ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: vim@vim.ru.

2. **Сорокин Николай Тимофеевич**, доктор экономических наук, врио зам. директора, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр ВИМ» – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: n.Sorokin.vnims13@yandex.ru.

3. **Сорокин Константин Николаевич**, кандидат технических наук, заместитель директора, ФГБГУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: 7623998@mail.ru.

4. **Никитин Василий Степанович**, старший научный сотрудник консультационного отдела, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр ВИМ» – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: nikitin.vnims@yandex.ru.

5. **Белых Сергей Анемподистович**, кандидат технических наук, ведущий специалист консультационного отдела, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр ВИМ» – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: belyh.vnims@yandex.ru.

6. **Благов Дмитрий Андреевич**, кандидат биологических наук, заведующий отделом № 1, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр ВИМ» – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: aspirantya2013@gmail.com.

В работе рассматриваются вопросы компьютерного управления внесением микроэлементов в концентрированный гуминовый раствор при его производстве на технологической линии из орга-

нического сырья (торф, бурый уголь, сапропель, и др.). Управление внесением доз микроудобрений в гуматный раствор осуществляется с помощью программного комплекса MasterSCADA.

A. Izmailov, N. Sorokin, K. Sorokin, V. Nikitin, S. Belykh, D. Blagov

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF COMPLEX ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS

Key words: *technological line; mathematical model; micronutrients; crop yield; agrochemical properties of soil.*

Authors' personal details

1. **Izmailov Andrei**, Doctor of technical sciences, academician of the Russian Academy of Sciences, director of the Federal scientific agro-engineering centre of the All-Russian Institute of Mechanization, e-mail: vim@vim.ru.

2. **Sorokin Nikolai**, Doctor of economical sciences, stand-in vice-director of the Institute of technical maintenance in agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Centre of the All-Russian Institute of Mechanization» – branch of the Federal scientific agro-engineering centre of the All-Russian Institute of Mechanization, e-mail: n.Sorokin.vnims13@yandex.ru.

3. **Sorokin Konstantin**, Candidate of technical sciences, vice-director of the Federal scientific agro-engineering centre of the All-Russian Institute of Mechanization, e-mail: 7623998@mail.ru

4. **Nikitin Vasilii**, senior researcher of the consultation centre, the Institute of technical maintenance in agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Centre of the All-Russian Institute of Mechanization» – branch of the Federal scientific agro-engineering centre of the All-Russian Institute of Mechanization, e-mail: nikitin.vnims@yandex.ru.

5. **Belykh Sergei**, Candidate of technical sciences, leading researcher of the consultation centre, the Institute of technical maintenance in agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Centre of the All-Russian Institute of Mechanization» – branch of the Federal scientific agro-engineering centre of the All-Russian Institute of Mechanization, e-mail: belyh.vnims@yandex.ru

6. **Blagov Dmitrii**, Candidate of biological sciences, head of the department # 1, the Institute of technical maintenance in agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Centre of the All-Russian Institute of Mechanization» – branch of the Federal scientific agro-engineering centre of the All-Russian Institute of Mechanization, e-mail: aspirantya2013@gmail.com.

This paper considers the issues of computerized control over micronutrients supply into concentrated humic solution being produced from organic raw materials (peat, brown coal, sapropel, etc.) in

the technological line. Proportional supply of micronutrients is controlled by means of Master-SCADA software complex.

© Измайлов А.Ю., Сорокин Н.Т., Сорокин К.Н., Никитин В.С., Белых С.А., Благов Д.А.