

## РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ, АТТЕСТОВАННОГО НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДородИЯ

© Г. А. Ступакова, Е. Э. Игнатъева, Т. И. Щиплецова, Д. К. Митрофанов

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова»  
(ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»), г. Москва, Российская Федерация  
e-mail: vniia@list.ru

Поступила в редакцию – 10 сентября 2019 г., после доработки – 16 октября 2019 г.  
Принята к публикации – 16 октября 2019 г.

*В статье авторами представлена информация о необходимости разработки стандартного образца почвы чернозема южного среднесуглинистого, аттестованного на показатели плодородия. Описаны сведения об этапах разработки стандартного образца: отбор и подготовка почвенного материала в полевых условиях; процедура усреднения почвенного материала.*

*При определении метрологических характеристик стандартного образца оценены характеристики неоднородности и стабильности материала стандартного образца.*

*Авторами работы получены результаты аттестации стандартного образца по агрохимическим показателям, корректность установления которых подтверждена результатами в двадцати трех аккредитованных лабораториях.*

*Разработанный стандартный образец зарегистрирован в Государственном реестре утвержденных типов стандартных образцов под номером ГСО 11369–2019 – стандартный образец состава (агрохимических показателей) почвы чернозем южный среднесуглинистый (САЧюжП-02). Стандартный образец предназначен для метрологического обеспечения агроэкологического мониторинга лабораторий агропромышленного комплекса.*

**Ключевые слова:** стандартный образец, чернозем южный среднесуглинистый, плодородие почвы, отбор проб, агрохимические показатели, межлабораторная аттестация

DOI: 10.20915/2077-1177-2019-15-4-33-40

## DEVELOPMENT OF A BLACK SOIL REFERENCE MATERIAL, CERTIFIED FOR FERTILITY INDICATORS

© Galina A. Stupakova, Elena E. Ignatyeva, Tatiana I. Shchipletsova, Dmitry K. Mitrofanov

All-Russian Research Institute of Agrochemistry (VNIIA),  
Moscow, Russian Federation  
e-mail: vniia@list.ru

**Ссылка при цитировании:**

Разработка стандартного образца черноземной почвы, аттестованного на показатели плодородия / Г. А. Ступакова [и др.] // Стандартные образцы. 2019. Т. 15. № 4. С. 33–40. DOI 10.20915/2077-1177-2019-15-4-33-40.

**For citation:**

Stupakova G. A., Ignatyeva E. E., Shchipitsova T. I., Mitrofanov D. K. Development of a black-earth soil reference material, tested for fertility indicators. Reference materials. 2019; 15(4): 33–40. DOI 10.20915/2077-1177-2019-15-4-33-40 (In Russ.).

Received – 10 September, 2019. Revised – 16 October, 2019.

Accepted for publication – 16 October, 2019.

*The authors provide information on the need to develop a reference material (RM) of the southern middle loamy black soil certified for fertility indicators. The information about the stages of RM development is described: selection and preparation of soil material in the field; procedure of averaging soil material.*

*In the determination of the RM metrological characteristics, the heterogeneity and stability characteristics of the RM are evaluated.*

*The authors demonstrated the results of the RM certification for agrochemical indicators. The correctness of these results is confirmed by the results obtained in twenty-three accredited laboratories.*

*The developed RM is registered in the State Register of the Approved Types of Certified Reference Materials under the number GSO 11369–2019 – the RM for composition (of agrochemical indicators) of the southern middle loamy black soil (SACHyuzhP-02).*

*The RM is intended for metrological support of agroecological monitoring of agroindustrial complex laboratories.*

**Keywords:** reference materials, southern medium loamy black soil, soil fertility, sampling, agrochemical indicators, inter-laboratory certification

## Введение

Для получения достоверной информации о плодородии обследуемых земель и осуществлении контроля качества проведения анализов при агроэкологическом мониторинге возникает необходимость в разработке стандартных образцов (СО), соответствующих по матрице типу анализируемого объекта (в данном случае типу почвы). Создание стандартных образцов почв осложняется высокой гетерогенностью и пространственной изменчивостью исходного материала для создания СО, возможностью нестабильности аттестованных значений во времени и изменения химического состава СО.

Согласно классификации почв России, черноземы южные распространены в южных, наиболее засушливых районах черноземной зоны (районы Поволжья, Приуралья, Северного Кавказа, Нижнего Дона и Западной Сибири). Эти почвы обладают высоким естественным плодородием, широко используются в сельском хозяйстве [1]. Сельскохозяйственная освоенность южных черноземов высокая: в европейской части России она превышает 50 %, с продвижением на восток распаханность снижается и увеличивается количество пастбищ. Основными показателями плодородия южных черноземов является содержание гумуса, рН среды и подвижных форм макро- и микроэлементов. Мощность гумусового горизонта южных черноземов небольшая (30–65 см); содержание гумуса может достигать 2,3–7,0 %; емкость поглощения высокая (32–45 мг-экв на 100 г почвы); реакция среды близка к нейтральной (рН 7,0–8,0) [2].

Развитие рынка производства СО (как и любой продукции) прежде всего, определяется спросом на неё, который зависит в первую очередь от наличия необ-

ходимости их применения. Основными потребителями рынка СО почв являются аккредитованные испытательные лаборатории, проводящие измерения показателей плодородия почв для целей агроэкологического мониторинга.

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» в 2016–2017 гг. провел анализ потребности в СО в 250 испытательных лабораториях АПК (Центры и станции агрохимической службы, НИИ сельскохозяйственного профиля, экологические лаборатории). Результаты анкетирования, полученные от 228 адресатов, показали нехватку СО при проведении экологического и агрохимического мониторингов [3].

При большом ассортименте разрабатываемых ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» СО почв, аттестованных на показатели плодородия, ряд почвенных разностей (южные черноземы, серые лесные почвы и др.) оказался не обеспечен матричными стандартными образцами. В этой связи представляет интерес изготовление стандартного образца чернозема южного среднесуглинистого как средства метрологического обеспечения при обязательном агрохимическом обследовании и изучении физико-химических особенностей южных черноземов.

## Материалы и методы

### Отбор и подготовка исходного материала стандартного образца

Отбор почвенного материала производился в Бузулукском районе Оренбургской области, в полевых условиях. Для этой цели выбрали почву, которая характеризуется заданными в ТЗ величинами агрохимических показателей, при этом учитывали данные

последнего цикла агрохимического обследования. Предварительно выбрали несколько участков, удовлетворяющих заданным требованиям. Участки наметили на полях, где удобрения (органические, минеральные, торф) не вносились в течение 3 последних лет.

На выбранных участках из пахотного горизонта отобрали по одному смешанному образцу почвы (массой около 2 килограмм). Были выполнены анализы по всем агрохимическим показателям, после чего решили вопрос о выборе участка для отбора почвенного материала СО.

Материал СО почвы чернозем южный среднесуглинистый был отобран с участков площадью 8 м<sup>2</sup> на глубину пахотного горизонта (0–20 см). Масса исходного материала составила 500 кг. Подготовку СО (измельчение, сушка, усреднение) проводили в соответствии с МУ [4]. Почвенный материал был высушен на воздухе при температуре не выше +30 °С, измельчен на размольной машине с просеиванием через сито с диаметром 2 мм. Оставшиеся на сите органические остатки (камни и др. включения) отбрасывались.

Усреднение почвенного материала проводилось по методике «ручного усреднения».

При «ручном усреднении» был использован брезент размером 3×3 м. Почвенный материал распределяли равномерным слоем на брезенте. За прикрепленные к углам брезента веревки поочередно тянули на себя противоположные углы, собирая таким образом почвенную массу в центре брезента. Усреднение почвенного материала происходило при его перекатывании в валу. Затем почву распределяли на поверхности брезента и снова собирали в центре. Полного усреднения достигали после 20 циклов смешивания.

После усреднения материал СО расфасовали во избежание вторичного разусреднения.

Для упаковки материала СО были использованы двойные полиэтиленовые пакеты размером 10×10 см. Материал СО насыпали во внутренний пакет, плотно закрывали в виде скатки, чтобы почва при встряхивании и вибрации не разусреднялась, и скрепляли резинкой. Этикетку помещали между двойными пакетами.

Многолетняя практика применения СО показала, что такая упаковка предохраняет от разусреднения материала СО в процессе использования.

### Результаты исследований

#### Исследование неоднородности материала СО

Оценивали однородность материала создаваемого СО состава (агрохимических показателей) почвы чернозем южный среднесуглинистый (САЧюжП-02) по схеме однофакторного дисперсионного анализа [5].

Этапы оценивания однородности СО состава (агрохимических показателей) почвы чернозем южный среднесуглинистый (САЧюжП-02).

1. Исследование однородности материала СО проводили до начала испытаний в целях утверждения типа.

2. Оценку характеристик однородности материала СО рассчитывали для каждого аттестуемого показателя.

3. От усредненного материала СО случайным образом отобрали 13 проб. В каждой пробе были выполнены по 6 параллельных определений в условиях повторяемости. Все определения проводились в одинаковых условиях.

4. Массу наименьшей представительной пробы для оценки однородности определили индивидуально для каждого аттестуемого показателя.

5. При исследовании однородности материала СО применяли те же методы измерений, что и при аттестационных измерениях, с той же массой аналитической пробы.

6. Анализ почвенных проб, отобранных для определения неоднородности после усреднения материала СО, проводили в один день в случайном порядке (13 проб 6 параллельных измерений).

7. Результаты измерений были представлены в виде таблицы на примере оценки однородности содержания подвижного фосфора (табл. 1).

Результаты измерений при оценивании однородности СО состава (агрохимических показателей) почвы чернозем южный среднесуглинистый (САЧюжП-02) были выполнены Испытательной лабораторией ФГБУ станция агрохимической службы «Бузулукская» (аттестат аккредитации № RA.RU.515392) с использованием средств измерений: спектрофотометр «ПромЭкоЛаб / PromEcoLab» ПЭ-5400В, фотометр пламенный ПФА-378, спектрофотометр модель В-1200 № VER 1608004, анализатор жидкости «Экотест-2000», спектрометр КВАНТ-2АТ. Измерения аттестуемых характеристик материала СО проводились фотометрическим, ионометрическим, турбидиметрическим, комплексонометрическим, атомно-абсорбционным методами.

Для исследования неоднородности подготовленного материала СО были проведены измерения десяти агрохимических показателей по методикам измерений, указанным в табл. 2.

Характеристику однородности оценивали по формуле:

$$S_H' = \left[ (\overline{SS}_H - \overline{SS}_e) / J \right]^{0.5} \quad (1)$$

либо при  $\overline{SS}_H < \overline{SS}_e$  как  $S_H = (1/3) \cdot (\overline{SS}_e)^{0.5}$

Таблица 1. Результаты измерений для оценки однородности содержания подвижного фосфора, млн<sup>-1</sup>  
 Table 1. The measurement results for assessment of the homogeneity of the mobile phosphorus content, ppm<sup>-1</sup>

Номер пробы <i>n</i>	Номер результата <i>j</i>						$\bar{X}_j$
	1	2	3	4	5	6	
1	13,0	13,0	13,2	12,9	12,7	12,9	13,0
2	13,0	13,2	13,6	13,3	13,6	13,2	13,3
3	12,2	12,6	12,5	12,7	12,7	12,5	12,5
4	13,1	12,8	13,2	13,0	13,0	13,3	13,1
5	11,5	12,2	11,7	12,5	12,5	12,4	12,1
6	12,6	12,8	13,0	12,5	12,7	13,0	12,8
7	12,2	12,8	12,5	12,9	12,4	12,9	12,6
8	13,3	13,3	13,0	12,9	13,0	13,1	13,1
9	13,3	13,2	13,0	13,0	13,2	13,0	13,1
10	11,5	11,8	12,5	12,5	12,3	12,5	12,2
11	13,6	13,6	13,3	13,0	13,2	12,7	13,2
12	12,9	12,8	12,4	12,5	12,4	12,6	12,6
13	13,1	13,0	13,2	13,0	13,0	12,8	13,0
Метрологическая характеристика	Ср. арифметич. результатов измерений $\bar{X}_n$	Сумма квадратов $SSe$	Сумма квадратов $SSn$	Квадрат отклонений внутри проб $SSe$	Квадрат отклонений между пробами $SSn$	Характеристика погрешности от неоднородности материала $CO_{Sn}$	
	12,82	4,4033	10,5115	0,0677	0,8760	0,3670	

Таблица 2. Перечень аттестуемых характеристик и методов измерений, использованных для аттестационных исследований

Table 2. List of certified characteristics and measurement methods used for certification studies

Агрохимический показатель почвы	Методика измерений	Метод измерения
Подвижные соединения фосфора	ГОСТ 26205–91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО»	Фотометрический
Подвижные соединения калия	ГОСТ 26205–91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО»	Пламенно-фотометрический
Органическое вещество	ГОСТ 26213–91 «Почвы. Методы определения органического вещества»	Фотометрический
Азот нитратов	ГОСТ 26951–86 «Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом»	Ионометрический
Азот обменного аммония	ГОСТ 26489–85 «Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО»	Фотометрический
Подвижные соединения серы	ГОСТ 26490–85 «Почвы. Определение подвижной серы по методу ЦИНАО»	Турбидиметрический

Продолжение табл. 2  
Table 2 continuation

Агрохимический показатель почвы	Методика измерений	Метод измерения
Емкость катионного обмена	ГОСТ 17.4.4.01–84 «Охрана природы. Почвы. Методы определения емкости катионного обмена»	Комплексонометрический
Подвижные соединения бора	ГОСТ Р 50688–94 «Почвы. Определение подвижных соединений бора по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО»	Фотометрический
Подвижные соединения цинка	ГОСТ Р 50686–94 «Почвы. Определение подвижных соединений цинка по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО»	Атомно-абсорбционный
Подвижные соединения марганца	ГОСТ Р 50685–94 «Почвы. Определение подвижных соединений марганца по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО»	Атомно-абсорбционный

при условии, что масса аналитической навески совпадает с наименьшей представительной пробой.

#### Проведение аттестации стандартного образца

При установлении аттестованных значений стандартного образца состава (агрохимических показателей) почвы чернозем южный среднесуглинистой (САЧюжП-02) и характеристик погрешности аттестованного значения использовали метод межлабораторной аттестации стандартных образцов по алгоритму, изложенному в НД [6].

Прослеживаемость результатов измерений, полученных в рамках межлабораторного эксперимента,

к единицам СИ была реализована посредством применения поверенных средств измерений компетентными, в том числе аккредитованными на соответствие ГОСТ ИСО/МЭК 17025, 23 испытательными лабораториями и строгого соблюдения процедур измерений.

Характеристику абсолютной погрешности аттестованного значения  $CO$  оценивали с учетом составляющих погрешности: погрешность установления аттестованного значения  $CO$  и характеристика погрешности от неоднородности аттестованного значения  $CO$ .

Оценка величин погрешности при аттестации  $CO$  приведена в табл. 3.

Допускаемое значение погрешности аттестованного значения  $CO$  ( $\Delta_d$ ), приведенное в техническом

Таблица 3. Оценка величин погрешности при аттестации  $CO$   
Table 3. Estimation of error values during RM certification

Агрохимический показатель почвы	Аттестованное значение $\hat{A}$	Характеристика погрешности межлабораторной аттестации $\Delta_{\hat{A}}$	Характеристика погрешности от неоднородности материала $CO, S_H$	Характеристика погрешности аттестованного значения $CO$ с учетом погрешности от неоднородности $\Delta_{ат}$	Допускаемое значение погрешности аттестованного значения $CO, \Delta_d$
Подвижные соединения фосфора, $млн^{-1}$	12,9	0,3	0,37	0,8	1,3
Подвижные соединения калия, $млн^{-1}$	139	3,7	1,286	5	5
Емкость катионного обмена, $ммоль/100г$	31,6	0,80	1,026	2,20	3,2
Органическое вещество, %	2,41	0,04	0,014	0,05	0,16
Подвижные соединения серы, $млн^{-1}$	3,76	0,11	0,020	0,12	0,13

Продолжение табл. 3  
Table 3 continuation

Агрохимический показатель почвы	Аттестованное значение $\bar{A}$	Характеристика погрешности межлабораторной аттестации $\Delta_{\bar{A}}$	Характеристика погрешности от неоднородности материала $S_{\bar{N}}$	Характеристика погрешности аттестованного значения $S_{\bar{O}}$ с учетом погрешности от неоднородности $\Delta_{\text{ат}}$	Допускаемое значение погрешности аттестованного значения $S_{\bar{O}}, \Delta_{\text{д}}$
Азот нитратов, млн <sup>-1</sup>	5,08	0,08	0,012	0,08	0,51
Азот обменного аммония, млн <sup>-1</sup>	5,59	0,26	0,02	0,26	0,29
Подвижные соединения бора, млн <sup>-1</sup>	1,21	0,05	0,006	0,05	0,11
Подвижные соединения цинка, млн <sup>-1</sup>	0,52	0,01	0,011	0,02	0,09
Подвижные соединения марганца, млн <sup>-1</sup>	9,70	0,78	0,012	0,78	0,97

задании, рассчитывалось как  $1/3\Delta$  ( $\Delta$  – погрешность методики измерений). Характеристику погрешности, обусловленной неоднородностью, учитывали при оценивании погрешности аттестованного значения  $S_{\bar{O}}$  ( $\Delta_{\text{ат}}$ ) по формуле:

$$\Delta_{\text{ат}} = \sqrt{\Delta_{\bar{A}}^2 + 4 * S_{\bar{N}}^2} \quad (2)$$

### Оценка стабильности материала $S_{\bar{O}}$

Одним из важных критериев при разработке  $S_{\bar{O}}$  является установление срока годности на основании результатов измерений аттестуемых характеристик в рамках исследования нестабильности материала  $S_{\bar{O}}$  [7].

Предполагаемый срок годности  $S_{\bar{O}}$  состава почвы чернозема южного среднесуглинистого (САЧюжП-02) – 5 лет – устанавливается по результатам оценки содержания следующих компонентов: обменный аммоний, подвижные соединения бора по ГОСТам на методы определения. Результаты измерений при оценивании стабильности материала  $S_{\bar{O}}$  были выполнены на спектрофотометре «ПромЭкоЛаб / PromEcoLab».

Оценка стабильности осуществлялась по результатам периодического контроля аттестованных значений в течение 2,5 лет (1/2 часть предполагаемого срока годности экземпляра). В период исследования расфасованный в полиэтиленовые пакеты материал  $S_{\bar{O}}$  хранился в специальном помещении при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  и относительной влажности не более 70 %.

### Выводы

Разработанный стандартный образец зарегистрирован в Государственном реестре утвержденных типов стандартных образцов под номером ГСО 11369–2019 стандартный образец состава (агрохимических показателей) почвы чернозем южный среднесуглинистый (САЧюжП-02). Свидетельство об утверждении типа  $S_{\bar{O}}$  № 6142, действительно до 15.08.2024.

$S_{\bar{O}}$  предназначен для контроля точности результатов измерений при определении состава (агрохимических показателей) почвы чернозем южный среднесуглинистый по ГОСТ 26205–91, ГОСТ 26213–91, ГОСТ 26951–86, ГОСТ 26489–85, ГОСТ 26490–85, ГОСТ 17.4.4.01–84, ГОСТ Р 50688–94, ГОСТ Р 50686–94, ГОСТ Р 50685–94.  $S_{\bar{O}}$  может быть использован для поверки, калибровки, градуировки СИ при условии соответствия его метрологических и технических характеристик критериям, установленным в методиках поверки, калибровки, градуировки СИ.

### Вклад соавторов

Ступакова Г. А.: разработка концепции исследования, сбор литературных данных, анализ экспериментальных данных, организация экспериментальных работ по аттестации  $S_{\bar{O}}$  в межлабораторном эксперименте, критический анализ и доработка текста.

Игнатъева Е. Э.: составление технического задания, получение и обработка экспериментальных данных, организация экспериментальных работ

по аттестации СО в межлабораторном эксперименте, оформление документов по испытаниям СО в целях утверждения типа.

Щиплецова Т. И.: организация экспериментальных работ по аттестации СО в межлабораторном эксперименте, обработка экспериментальных данных, проведение измерений, выполнение вычислений, оформление.

Митрофанов Д. К.: отбор и подготовка почвенного материала, усреднение исходного материала, фасовка, упаковка, организация экспериментальных работ по аттестации СО в межлабораторном эксперименте, обработка экспериментальных данных.

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный атлас почв Российской Федерации / Факультет почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова; под ред. член-корреспондента РАН С. А. Шобы. М: Астрель. 2011. С. 158–159.
2. Ключин П. В., Подколзин О. А., Марьин А. Н. Агроэкологическое состояние черноземов южных // Агрехимический вестник. 2008. № 5. С. 14–15.
3. Current problems in the metrological supply of tests of technogenically contaminated soils / G. A. Stupakova ed all // International scientific and practical conference Actual problems of soil science, ecology and agriculture. Kursk branch of the interregional public organization «Society of soil science to them. V. V. Dokuchaeva»: Collection of reports. Kursk, 2018. pp. 433–437.
4. Методические указания по изготовлению, исследованию и аттестации стандартных образцов состава почв / Под ред. академика РАН В. Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2018. 56 с.
5. ГОСТ 8.531-2002 ГСИ. Стандартные образцы состава монолитных и дисперсных материалов. Способы оценивания однородности. Издание официальное. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 12 с.
6. ГОСТ 8.532-2002 ГСИ. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ. Издание официальное. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 10 с.
7. Р 50.2.031-2003 ГСИ. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Методика оценивания характеристики стабильности. М.: Госстандарт России, 2003. 10 с.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ступакова Галина Алексеевна** – канд. биол. наук, заведующий лабораторией метрологического обеспечения агроэкологического мониторинга ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Российская Федерация, 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а e-mail: vniiia@list.ru

## REFERENCES

1. National Atlas of Soils of the Russian Federation. ed. Corresponding Member of RAS S. A. Shoby. Moscow, Astrel. Publ., 2011, pp. 158–159. (In Russ.).
2. Kliushin P. V., Podkolzin O. A., Marin A. N. Agroecological state of southern chernozems. Agrochemical Herald. 2008. (5):14–15. (In Russ.).
3. Stupakova G. A., Ignatyeva E. E., Pankratova K. G., Shchipletova T. I., Mitrofanov D. K. Current problems in the metrological supply of tests of technogenically contaminated soils. Collection of reports International scientific and practical conference Actual problems of soil science, ecology and agriculture. Kursk branch of the interregional public organization «Society of soil science to them. V. V. Dokuchaeva». Kursk 2018, pp. 433–437. (In Russ.).
4. Guidelines for the manufacture, research and certification of standard samples of soil composition. ed. academician of the RAS V. G. Sychev. Moscow, VNIIA Publ., 2018, 56 p. (In Russ.).
5. GOST 8.531-2002 State system for ensuring the uniformity of measurements. Reference materials of composition of solid and disperse materials. Ways of homogeneity assessment. Moscow, IPK publishing standards, 2003, 12 p. (In Russ.).
6. GOST 8.532-2002 State system for ensuring the uniformity of measurements. Certified reference materials of composition of substances and materials. Interlaboratory metrological certification. Content and order of works. Moscow, IPK publishing standards, 2003, 10 p. (In Russ.).
7. R 50.2.031-2003 State system for ensuring the uniformity of measurements. Reference materials of the composition of substances and materials. Methodology for assessing stability characteristics. Moscow, Gosstandart of Russia, 2003, 10 p. (In Russ.).

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Galina A. Stupakova** – Ph.D. (Biology), head of the laboratory of metrological support of agroecological monitoring, All-Russian Research Institute of Agrochemistry. 31a Pryanishnikova St., Moscow, 127434, Russian Federation e-mail: vniiia@list.ru

**Игнатьева Елена Эдуардовна** – старший научный сотрудник лабораторией метрологического обеспечения агроэкологического мониторинга ФГБНУ «ВНИИ агрохимии».

**Щиплецова Татьяна Ивановна** – старший научный сотрудник лабораторией метрологического обеспечения агроэкологического мониторинга ФГБНУ «ВНИИ агрохимии».

**Митрофанов Дмитрий Константинович** – старший научный сотрудник лабораторией метрологического обеспечения агроэкологического мониторинга ФГБНУ «ВНИИ агрохимии».

**Elena E. Ignatyeva** – Senior Scientist, All-Russian Research Institute of Agrochemistry.

**Tatiana I. Shchiptsova** – Senior Scientist, All-Russian Research Institute of Agrochemistry.

**Dmitriy K. Mitrofanov** – Senior Scientist, All-Russian Research Institute of Agrochemistry.