

Научная жизнь

Глобальная сеть почвенных лабораторий (ГЛОСОЛАН) как мировая платформа управления почвенными данными для целей рационального землепользования

Е.В. Шамрикова

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар
shamrik@ib.komisc.ru

Аннотация

Проведение инвентаризации накопленных за исторический период планетарных почвенно-географических сведений обеспечивает разработка гармонизированных стандартов, а также поиск поправочных коэффициентов. Глобальная сеть почвенных лабораторий (ГЛОСОЛАН, GLOSOLAN), созданная в рамках Глобального почвенного партнерства Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), призвана объединить усилия почвенных лабораторий мира. Главная цель работы экспертов сети ГЛОСОЛАН – гармонизация методов анализа почв в целях согласования действий специалистов мирового научного сообщества в деле повышения эффективности управления и рационального использования почв.

Коллектив Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар) как национальная референтная лаборатория России выполнил гармонизацию метода измерения содержания почвенного органического вещества (далее – ОВ), разработал и аттестовал модификацию метода Тюриня. Полученный результат позволяет интегрировать накопленный за более чем вековой период массив данных о содержании ОВ в различных типах почв России и ряде стран Евразии в глобальную базу – сеть мониторинга качества почв.

Ключевые слова:

международное сотрудничество, анализ почв, органическое вещество, гармонизация методов

Научное почвоведение зародилось в России в 1871 г., его создателем стал В.В. Докучаев. В настоящее время в мировом почвоведении существует целый ряд национальных школ, использующих различные принципы диагностики почв, а также разные подходы и методы их изучения. Подобное многообразие исторически связано как с независимым развитием почвоведения в отдельных странах, так и с широким разнообразием почв и неравномерной их распространенностью на земной поверхности. Характеристика и учет почвенных ресурсов, проектирование ланд-

Global network of soil laboratories (GLOSOLAN) as international platform for soil data management for sustainable land use

E.V. Shamrikova

Institute of Biology, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar
shamrik@ib.komisc.ru

Abstract

The development of harmonized standards, as well as the search for correction coefficients, ensures an inventory of planetary soil and geographical information accumulated over the historical period. The Global Network of Soil Laboratories (GLOSOLAN), created within the framework of the Global Soil Partnership of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), is designed to unite the efforts of the world's soil laboratories. The main goal of the work of the GLOSOLAN network experts is the harmonization of soil analysis methods in order to coordinate the actions of the world scientific community specialists in improving the efficiency of management and rational use of soils.

The staff of the Institute of Biology of the Komi Scientific Research Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar), as a national reference laboratory of Russia, performed the harmonization of the method of measuring the content of soil organic matter (OM), developed and certified a modification of the Tyurin method. The obtained result makes it possible to integrate an array of data accumulated over more than a century on the content of OM in various types of soils in Russia and a number of Eurasian countries into the global soil quality monitoring network database.

Keywords:

international cooperation, soil analysis, organic matter, harmonization of methods

шафтно-адаптивных систем земледелия, картографирование, прогнозирование реакции почв на антропогенное воздействие предполагают консолидацию усилий почвоведов всего мирового научного сообщества.

В 2011 г. при Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО, FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations) была создана интерактивная сеть – Глобальное почвенное партнерство (далее – ГПП), включающая несколько рабочих отделений. Одно из них – Глобальная сеть почвенных лабораторий (ГЛОСОЛАН, GLOSOLAN), ос-

нованная в 2017 г. В настоящее время членами ГЛОСОЛАН стали свыше 840 лабораторий из более чем 150 стран мира.

Основной задачей этого сообщества является повышение уровня исследований почв путем согласования стандартных операционных процедур известных методов. Гармонизация методов и единиц измерения, а также аналитических данных имеет решающее значение для предоставления надежной и сопоставимой информации между странами и проектами. Не менее актуальны эти усилия и при создании новых унифицированных баз фактических данных о почвах, необходимых при принятии решений в целях устойчивого управления почвенными ресурсами. К другим важнейшим фокусам деятельности сети можно отнести контроль качества измерений и продвижение передовой практики в области охраны здоровья и безопасности.

ГЛОСОЛАН – это международная многоуровневая аналитическая система (рисунок). Разветвленная структура глобальной сети обеспечивает успешную организацию ее деятельности и адаптацию к локальным условиям. Скелетом ГЛОСОЛАН являются региональные сети почвенных лабораторий (РЕСОЛАН, RESOLAN), организованные в соответствии с регионами по классификации ФАО. Евроазиатское региональное отделение сети (ЕВРОСОЛАН, EUROSOLAN) было сформировано в 2019 г. На сегодняшний день ЕВРОСОЛАН организован лабораториями 41 страны, включая Россию. Коллектив Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (далее – Институт) представлен в Руководящем комитете ГЛОСОЛАН и правление ЕВРОСОЛАН.

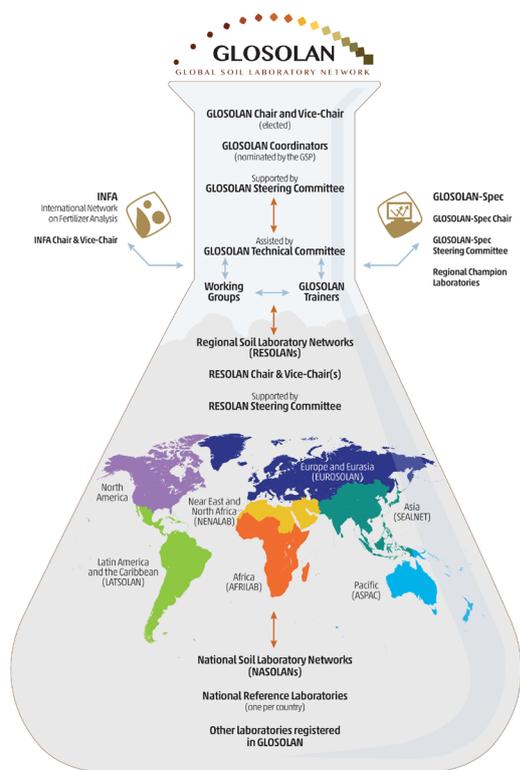


Рисунок. Структура ГЛОСОЛАН (<http://www.fao.org/global-soil-partnership/glosolan>).

Figure. The structure of GLOSOLAN (<http://www.fao.org/global-soil-partnership/glosolan>).

Начиная с 2021 г. инициирован запуск национальных сетей почвенных лабораторий (НАСОЛАН, NASOLAN). Национальные сети создаются путем объединения почвенных лабораторий, работающих в одной стране. Работа НАСОЛАН координируется национальной референтной лабораторией.

Важным аспектом работы ГЛОСОЛАН является популяризация новых знаний. Веб-сайт глобальной сети (<http://www.fao.org/global-soil-partnership/glosolan>) – это живая структура. Разработанные гармонизированные стандарты, обучающие видео- и текстовые материалы, подготовленные экспертами ГЛОСОЛАН, в открытом доступе размещены на веб-странице сети. Для удобства пользователей информация представлена на шести языках.

Членство коллектива Института в ГЛОСОЛАН отсчитывается с 2018 г. Коллектив представлен высококвалифицированными кадрами двух крупнейших подразделений Института, включая семь докторов, 15 кандидатов наук и 20 ведущих инженеров-химиков. Отдел почвоведения – одно из ведущих подразделений Института. Систематические исследования почв были начаты в 1944 г. С этого момента фактически ведется история всего Коми научного центра [1]. На современном этапе сотрудники отдела почвоведения отдают приоритет глубокому исследованию механизмов и процессов функционирования почв как компонентов наземных экосистем Арктического и Субарктического секторов европейского Северо-Востока России. Экоаналитическая лаборатория специализируется на анализе почв, воды, растительных и биологических материалов. К важным преимуществам подразделения относится наличие аккредитации в соответствии с международным стандартом ISO/IEC 17025. Лаборатория аккредитована уже более 20 лет, оснащена современным аналитическим оборудованием, имеет эффективную систему менеджмента качества, на необходимом уровне поддерживает качество результатов измерений – своего основного продукта деятельности. Для этого начиная с 1998 г. коллектив ежегодно участвует в межлабораторных отечественных и международных сличительных испытаниях, в том числе по проектам: «The International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (EC-UN/ECE ICP Forests)», «The International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring Effects of Air Pollution on Rivers and Lakes (ICP Waters)», established under the Executive Body of the UNECE «Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)». Усилиями сотрудников разработаны, аттестованы и внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений более 30 методик измерений, в том числе по определенным агрохимическим показателям почв.

Названные компетенции и достижения, а также активное участие в глобальных инициативах ГЛОСОЛАН позволили коллективу Института стать национальной референтной лабораторией страны. Соответствующее решение было принято Департаментом международного сотрудничества Министерства сельского хозяйства России в декабре 2020 г. Спустя 1,5 года, в апреле 2022 г. на базе Института

биологии в виртуальном формате была запущена российская национальная сеть РУСОЛАН (RUSOLAN). В церемонии открытия приняли участие 70 заинтересованных сторон, включая директора Отделения ФАО для связи с РФ Олега Юльевича Кобякова, членов Секретариата Глобального Почвенного Партнерства Лукрецию Каон и Марию Конюшкову, директора Института биологии Светлану Владимировну Дёгтеву, исполнительного секретаря Евразийского почвенного партнерства Павла Владимировича Красильникова, заместителя генерального директора по финансам и международным проектам ПАО «ФосАгро» Александра Федоровича Шарайко, президента Общества почвоведов им. В.В. Докучаева Сергея Алексеевича Шобу, а также представителей российских лабораторий. Мероприятие проводилось на русском языке и сопровождалось синхронным переводом на английский язык. На сегодняшний день национальная сеть насчитывает 13 лабораторий научных и образовательных учреждений из Барнаула, Брянска, Москвы, Новосибирска, Перми, Петрозаводска, Пущино, Ростова-на-Дону, Санкт-Петербурга и Сыктывкара. По результатам голосования председателем РУСОЛАН избрана д.б.н. Елена Шамрикова (Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар), сопредседателем национальной сети – д.с.-х.н., проф. Елена Пивоварова (Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул).

В рамках работы в ГЛОСОЛАН коллективом Института выполнены практически значимые исследования по гармонизации результатов измерений ОБ почв. В качестве референтного принят метод высокотемпературного каталитического сжигания ОБ в присутствии кислорода на анализаторе. На фоне происходящих климатических перестроек, всплеска интереса к исследованию биогеохимического цикла углерода запрос на гармонизацию методов измерений содержания почвенного ОБ, разработанных разными научными школами, значительно возрос. В России, а также в ряде стран Европы и Азии, широко применяют метод И. В. Тюрина [2] и его модификации [3–6] (далее – метод Тюрина). В США, Канаде, Австралии и других странах в практическом почвоведении используют метод А. Уолкли и И. Блэка (далее – метод Уолкли-Блэка) [7, 8]. В основе обоих методов лежит окисление органических соединений почв хромовой смесью при нагревании в соответствии с реакцией:

$$3[C] + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H^+ = 3CO_2 + 4Cr^{3+} + 8H_2O,$$

где [C] – условное обозначение углерода органических соединений.

Метод Тюрина имеет множество модификаций, различающихся условиями окисления ОБ почв (температура и продолжительность нагрева); концентрацией дихромат-ионов и серной кислоты в растворе; способами разделения жидкой и твердой фаз; методами оценивания количества выделившегося оксида углерода (IV) – титриметрический или фотометрический и др. (таблица). Отсут-

ствие единообразия приводит к низкой прецизионности результатов измерений.

Кроме того, проведенное сравнительное исследование [10] позволило выявить ряд процедур, снижающих точность измерения содержания почвенного ОБ некоторыми модификациями метода Тюрина. Названные обстоятельства послужили причиной разработки коллективом новой модификации метода, исключающей эти процедуры. Методика прошла метрологическую аттестацию в Центре метрологии и сертификации «Сертимет» УрО РАН (Федеральный информационный фонд обеспечения единства измерений, Россия, ФР.1.31.2020.38218, <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16>) [11]. Данная модификация рекомендована для почв с содержанием углерода органических соединений почв от 0.17 до 8.7 %. При доверительной вероятности $p = 0.95$ для всего диапазона измерений показатель внутрिलाбораторной прецизионности (precision) равен 7.6 %, показатель правильности (trueness) – 14 %, показатель точности (accuracy) – 20 %. Пропись разработанной модификации метода Тюрина на русском и английском языках, а также обучающий ролик по ее использованию представлены на сайте ГЛОСОЛАН.

В отличие от всех отечественных модификаций, измерение содержания ОБ почв, согласно методу Уолкли-Блэка, предполагает нагрев реакционной смеси за счет экзотермического эффекта, возникающего при смешивании концентрированного раствора серной кислоты с дистиллированной водой. Кроме того, в методе Уолкли-Блэка концентрация дихромата калия и серной кислоты в реакционной смеси в 1.5 раза больше, чем в методе Тюрина. К общим недостаткам этих методов относится неполное окисление углерода органических соединений. Доля окисленного ОБ варьирует в зависимости от типа почв и способа нагревания, от 70 до 95 %, что может приводить к значительному занижению результатов измерений содержания органического вещества в почвах. В связи с этим в методе Уолкли-Блэка результат измерений массовой доли углерода органических соединений умножают на поправочный коэффициент 1.3. И.В. Тюрин в своих работах также предлагал ввести коэффициент 1.17, учитывающий непол-

Таблица
Методики измерений содержания органического вещества почв по методу Тюрина

Table
Methods of measuring the content of soil organic matter according to the Tyurin method

№	Условия окисления углерода органических соединений		Метод оценивания количества	
			Cr ₂ O ₇ ²⁻	Cr ³⁺
	Температура	Время	Титриметрия	Фотометрия (λ = 590 нм), восстановитель
1	100 °С, водяная баня	1 ч	-	раствор соли Мора
2	>140 °С, электроплитка	5 мин	раствор соли Мора	-
3	>140 °С, электроплитка	5 мин	-	раствор соли Мора
4	18–20 °С (без нагревания)	24 ч	-	раствор соли Мора
5	>140 °С, солевая баня	20 мин	-	раствор сахарозы
6	150 °С, сушильный шкаф	20 мин	раствор соли Мора	раствор сахарозы
7	100 °С, водяная баня	1 ч	-	раствор соли Мора, сахарозы

Примечание. Составлено по [9].
Note. Compiled according to [9].

ное окисление углерода органических соединений (в случае, если не используют ионы серебра в качестве катализатора) [12]. Однако в современных модификациях метода Тюрина учет неполного окисления углерода органических соединений в почвах не предусмотрен. Дополнительным недостатком обоих методов является использование значительных количеств вредных для здоровья человека и состояния окружающей среды реактивов. Избежать эти проблемы позволяет использование анализаторов углерода, которые обеспечивают полное окисление ОВ при температуре свыше 1000 °С в присутствии кислорода. Высокая стоимость анализаторов углерода, расходных материалов к ним, технического обслуживания ограничивают их широкое использование в химических лабораториях [13].

В ходе проведения научного исследования коллективом Института экспериментально установлены поправочные коэффициенты, учитывающие неполное окисление органического вещества в условиях, регламентированных методами Тюрина и Уолкли-Блэка (1,15 и 1,3 соответственно). Это позволяет преодолеть историческую разобщенность научных школ и интегрировать накопленный более чем за вековой период массив данных о содержании органического вещества в различных типах почв стран Евразии в глобальную сеть мониторинга качества почв [10]. Следует отметить, что это не единственный отечественный метод анализа почв, требующий гармонизации с зарубежными стандартами.

Утвержденный план работы РУСОЛАН предусматривает мероприятия, направленные на повышение контроля качества результатов измерений, в том числе за счет проведения национальных межлабораторных сличительных испытаний. Это позволит обосновать внедрение в практику почвенных и агрохимических лабораторий России протоколов и прописей ФАО, а также модифицированных отечественных методик, гармонизированных с международными стандартами. Продвижение унифицированных методик измерений на законодательном уровне будет способствовать экспериментально обоснованному пересмотру устоявшихся подходов с целью глобализации знаний. Насущность последнего определяется как развитием аналитических подходов и обновлением приборной базы, так и использованием российскими учеными различных модификаций методов, не всегда дающих сопоставимые результаты. Единообразное выполнение аналитических процедур метода Тюрина и введение поправочного коэффициента позволило бы без проведения специальных исследований объединять сведения, полученные не только на национальном уровне, но и в глобальном масштабе.

Таким образом, актуализация работы в ГЛОСОЛАН позволила коллективу Института биологии обнаружить новую перспективную нишу научных исследований. Наличие профессиональных знаний и компетенций, стремление к их развитию, безусловная поддержка администрации Института помогли коллективу занять лидирующие позиции в области унификации методов. Как национальная референтная лаборатория России коллектив Института биологии приглашает лаборатории Российской Федерации к вступлению в Глобальную сеть почвенных лабораторий.

Опыт работы показал, что участие в инициативах ГЛОСОЛАН способствует профессиональному росту каждого заинтересованного участника сети.

Литература

1. Лаптева, Е. М. Почвы и почвенные ресурсы Республики Коми: этапы исследований, итоги и перспективы / Е. М. Лаптева, В. А. Безносиков, Е. В. Шамрикова // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2016. – № 3 (27). – С. 23–34.
2. Тюрин, И. В. Новое видоизменение объемного метода определения гумуса с помощью хромовой кислоты / И. В. Тюрин // Почвоведение. – 1931. – № 5–6. – С. 36–47.
3. ГОСТ 26213–91 Почвы. Методы определения органического вещества. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 10 с.
4. Никитин, Б. А. Уточнение к методике определения гумуса в почве / Б. А. Никитин // Агрохимия. – 1983. – № 8. – С. 18–26.
5. Орлов, Д. С. Спектрофотометрическое определение гумуса в почве / Д. С. Орлов, Н. М. Гриндель // Почвоведение. – 1967. – № 1. – С. 112–122.
6. Симаков, В. Н. Методика одновременного определения углерода и азота в почве / В. М. Симаков, И. П. Цыплаков // Агрохимия. – 1969. – № 6. – С. 127–134.
7. Van Reeuwijk, L. P. Procedures for Soil Analysis. 6th ed., Netherlands: Wageningen International Soil Reference and Information Centre / L. P. Van Reeuwijk // Technical Paper. – 2002. – V. 9. – 120 p.
8. Walkley, A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method / A. Walkley, I. A. Black // Soil Science. – 1934. – V. 37. – P. 29–38.
9. Шамрикова, Е. В. Проблемы и ограничения дихроматометрического метода измерения содержания почвенного органического вещества (обзор) / Е. В. Шамрикова, Е. В. Ванчикова, Б. М. Кондратёнок, Е. М. Лаптева, С. Н. Кострова // Почвоведение. – 2022. – № 7. – С. 787–794. DOI: 10.31857/S0032180X22070097
10. Shamrikova, E. V. Transferability between soil organic matter measurement methods for database harmonization / В. М. Kondratenok, Е. А. Tumanova, Е. V. Vanchikova, Е. М. Lapteva, Т. V. Zonova, Е. I. Lu-Lyan-Min, А. P. Davydova, Z. Libohova, N. Suvannang // Geoderma. – 2022. – V. 412. – 115547. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115547>
11. Методика измерений № 88–17641–001–2020 (ФР.1.31.2020.38218). Почвы, грунты, почвообразующие породы, донные отложения. Методика измерений массовой доли углерода органических соединений и органического вещества фотометрическим методом (методы Тюрина и Уолкли-Блэка) / Е. В. Ванчикова, Б. М. Кондратёнок, Е. М. Лаптева, Е. В. Шамрикова, С. Н. Кострова, Е. А. Туманова, А. П. Давыдова, Е. И. Лю-Лян-Мин, Т. В. Зонова. – Сыктывкар : ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2020. – 51 с.
12. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 488 с.

13. Lettens, S. Variable carbon recovery of Walkley-Black analysis and implications for national soil organic carbon accounting / S. Lettens, B. Vos, P. Quataert et al. // *European Journal of Soil Science*. – 2007. – V. 58, – P. 1244–1253. DOI: 10.1111/j.1365-2389.2007.00916.x

References

1. Lapteva, E.M. Pochvy i pochvennye resursy Respubliki Komi: jetapy issledovaniy, itogi i perspektivy [Soils and Soil resources of the Komi Republic: stages of research, results and prospects] / E.M. Lapteva, V.A. Beznosikov, E.V. Shamrikova // *Izvestiya Komi nauchnogo centra UrO RAN [Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]*. – 2016. – № 3(27). – P. 23 – 34.
2. Tyurin, I.V. Novoye vidoizmeneniye ob'yemnogo metoda opredeleniya gumusa s pomoshch'yu khromovoy kisloty [A new modification of the volumetric method for determining humus using chromic acid] / I.V. Tyurin // *Pochvovedeniye [Soil Science]*. – 1931. – № 6. – P. 36 – 47.
3. GOST 26213-91 Pochvy. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva [State standard 26213-91 Soils. Methods for determining organic matter]. – Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1992. – 10 p.
4. Nikitin, B.A. Utochneniye k metodike opredeleniya gumusa v pochve [Refinement to the method for determining humus in the soil] / B.A. Nikitin // *Agrokhimiya [Agrochemistry]*. – 1983. – № 8. – P. 18 – 26.
5. Orlov, D.S., Grindel, N.M. Spektrofotometricheskoye opredeleniye gumusa v pochve [Spectrophotometric determination of humus in soil] / D.S. Orlov, N.M. Grindel // *Pochvovedeniye [Soil Science]*. – 1967. – № 1. – P. 112 – 122.
6. Simakov, V.N., Tsyplakov, V.P. Metodika odnovremenno-go opredeleniya ugleroda, azota i okislennosti v pochve [Method for simultaneous determination of carbon and nitrogen in soil] / V.N. Simakov, V.P. Tsyplakov // *Agrokhimiya [Agrochemistry]*. – 1969. – № 6. – P. 127 – 134.
7. Van Reeuwijk L.P. Procedures for Soil Analysis. 6th ed., Netherlands: Wageningen International Soil Reference and Information Centre // *Technical Paper*. 2002. V. 9. 120 p.
8. Walkley A., Black I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method // *Soil Science*. 1934. V. 37. P. 29 – 38.
9. Shamrikova, E.V., Vanchikova, E.V., Kondratenok, B.M., Lapteva, E.M., Kostrova, S.N. Problemy i ogranicheniya dihratometricheskogo metoda izmereniya sodержaniya pochvennogo organicheskogo veshchestva (obzor) [Problems and Limitations of the Dichromatometric Method for Measuring Soil Organic Matter Content: Review] / E.V. Shamrikova, E.V. Vanchikova, B.M. Kondratenok, E.M. Lapteva, S.N. Kostrova // *Pochvovedeniye [Soil Science]*. – 2022. – № 7. – P. 787 – 794. DOI: 10.31857/S0032180X22070097
10. Shamrikova E.V., Kondratenok B.M., Tumanova E.A., Vanchikova E.V., Lapteva E.M., Zonova T.V., Lu-Lyan-Min E.I., Davydova A.P., Libohova Z., Suvannang N. Transferability between soil organic matter measurement methods for database harmonization // *Geoderma*. 2022. V. 412. 115547. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115547>
11. Metodika izmereniy № 88-17641-001-2020 (FR.1.31.2020.38218). Pochvy, grunty, pochvoobrazuyushchiye porody, donnyye otlozheniya. Metodika izmereniy massovoy doli ugleroda organicheskikh soyedineniy i organicheskogo veshchestva fotometricheskim metodom (metody Tyurin i Walkley-Black) [Measurement procedure № 88-17641-001-2020 (FR.1.31.2020.38218). Soils, subsoils, soil-forming rocks, bottom sediments. Method for measuring the mass fraction of carbon in organic compounds and organic matter by the photometric method (Tyurin and Walkley-Black methods)] / Ye.V. Vanchikova, B.M. Kondratenok, Ye.M. Lapteva, Ye.V. Shamrikova, S.N. Kostrova, Ye.A. Tumanova, A.P. Davydova, Ye.I. Lyu-Lyan-Min, T.V. Zonova. – Institute of Biology of the Komi Scientific Research Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. – Syktyvkar. – 2020. – 51 p.
12. Arinushkina, Ye.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Soil Chemical Analysis Guide] / Ye.V. Arinushkina. – Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1962. – 487 p.
13. Lettens S., Vos B., Quataert P. et al. Variable carbon recovery of Walkley-Black analysis and implications for national soil organic carbon accounting // *European Journal of Soil Science*, December 2007, 58, 1244-1253. DOI: 10.1111/j.1365-2389.2007.00916.x

Благодарность (госзадание)

Автор выражает благодарность сотрудникам, принявшим участие в гармонизации методов измерения содержания органического вещества почв: к.х.н. Е.В. Ванчиковой, к.х.н. Б.М. Кондратенку, к.б.н. Е.М. Лаптевой, ведущим инженерам Е.А. Тумановой, Т.В. Зоновой, Е.И. Лю-Лян-Мин, А.П. Давыдовой, а также администрации Института биологии в лице ее директора чл.-корр. РАН С.В. Дёгтевой за предоставленную возможность реализации данного проекта.

Информация об авторах:

Шамрикова Елена Вячеславовна – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела почвоведения Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; WeS ResearcherID – P-9561-2015, Scopus AuthorID – 6507041348, ORCID – 0000-0001-7260-6990 (Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский

центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»; Российская Федерация, 167000, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28; e-mail: shamrik@ib.komisc.ru).

About the authors:

Elena V. Shamrikova – Doctor of Sciences (Biology), Leading Researcher, Department of Soil Science, Institute of Biology, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; WeS ResearcherID – P-9561-2015, Scopus AuthorID – 6507041348, <https://orcid.org/0000-0001-7260-6990> (Institute of Biology, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 28, Kommunisticheskaya St., Syktывkar, GSP-2, the Komi Republic, Russia, 167000; e-mail: shamrik@ib.komisc.ru)

Для цитирования:

Шамрикова, Е. В. Глобальная сеть почвенных лабораторий (ГЛОСОЛАН) как мировая платформа управления почвенными данными для целей рационального землепользования / Е. В. Шамрикова // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Экспериментальная биология и экология». – 2022. – № 4 (56). – С. 92–97. УДК 631.41. DOI 10.19110/1994-5655-2022-4-92-97

For citation:

Shamrikova, E.V. Global'naja set' pochvennyh laboratorij (GLOSOLAN) kak mirovaja platforma upravlenija pochvennymi dannymi dlja celej racional'nogo zemlepol'zovanija [Global network of soil laboratories (GLOSOLAN) as international platform soil data management for sustainable land use] / E.V. Shamrikova // Proceedings of the Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Experimental Biology and Ecology". – 2022. – № 4 (56). – P. 92–97. UDC 631.41. DOI 10.19110/1994-5655-2022-4-92-97

Дата поступления рукописи: 04.08.22

Прошла рецензирование: –

Принято решение о публикации: 08.08.22

Received: 04.08.22

Reviewed: –

Accepted: 08.08.22