



Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

**Стандартная рабочая методика для
Органический углерод почвы**
Спектрофотометрический метод Тюрина



Глобальное почвенное
партнерство

Стандартная рабочая методика для Органический углерод почвы

Обязательная ссылка:

ФАО. 2021. Стандартная рабочая методика для Органический углерод почвы Спектрофотометрический метод Тюринга. Рим.

Используемые обозначения и представление материала в настоящем информационном продукте не означают выражения какого-либо мнения со стороны Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ или рубежей. Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей, независимо от того, запатентованы они или нет, не означает, что ФАО одобряет или рекомендует их, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые в тексте не упоминаются.

Мнения, выраженные в настоящем информационном продукте, являются мнениями автора (авторов) и не обязательно отражают точку зрения или политику ФАО.

© ФАО, 2021



Некоторые права защищены. Настоящая работа предоставляется в соответствии с лицензией Creative Commons "С указанием авторства – Некоммерческая - С сохранением условий 3.0 НПО" (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.ru>).

Согласно условиям данной лицензии настоящую работу можно копировать, распространять и адаптировать в некоммерческих целях при условии надлежащего указания авторства. При любом использовании данной работы не должно быть никаких указаний на то, что ФАО поддерживает какую-либо организацию, продукты или услуги. Использование логотипа ФАО не разрешено. В случае адаптации работы она должна быть лицензирована на условиях аналогичной или равнозначной лицензии Creative Commons. В случае перевода данной работы, вместе с обязательной ссылкой на источник, в него должна быть включена следующая оговорка: «Данный перевод не был выполнен Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО). ФАО не несет ответственности за содержание или точность данного перевода. Достоверной редакцией является издание на [указать язык оригинала] языке».

Возникающие в связи с настоящей лицензией споры, которые не могут урегулированы по обоюдному согласию, должны разрешаться через посредничество и арбитражное разбирательство в соответствии с положениями Статьи 8 лицензии, если в ней не оговорено иное. Посредничество осуществляется в соответствии с "Правилами о посредничестве" Всемирной организации интеллектуальной собственности <http://www.wipo.int/amc/ru/mediation/rules/index.html>, а любое арбитражное разбирательство должно производиться в соответствии с "Арбитражным регламентом" Комиссии Организации Объединенных Наций по праву международной торговли (ЮНСИТРАЛ).

Материалы третьих лиц. Пользователи, желающие повторно использовать материал из данной работы, авторство которого принадлежит третьей стороне, например, таблицы, рисунки или изображения, отвечают за то, чтобы установить, требуется ли разрешение на такое повторное использование, а также за получение разрешения от правообладателя. Удовлетворение исков, поданных в результате нарушения прав в отношении той или иной составляющей части, авторские права на которую принадлежат третьей стороне, лежит исключительно на пользователе.

Продажа, права и лицензирование. Информационные продукты ФАО размещаются на веб-сайте ФАО (www.fao.org/publications); желающие приобрести информационные продукты ФАО могут обращаться по адресу: publications-sales@fao.org. По вопросам коммерческого использования следует обращаться по адресу: www.fao.org/contact-us/licence-request. За справками по вопросам прав и лицензирования следует обращаться по адресу: copyright@fao.org.

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 1 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВЫ *Спектрофотометрический метод Тюрин*

ИСТОРИЯ ВЕРСИЙ

№	Дата	Этап экспертизы	Статус готовности
01	13 Января 2021	Корректурa стандарта согласно замечаниям экспертов РЕСОЛАНа	Завершение работы над стандартом
02			
03			

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 2 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

Содержание

1. Введение	3
2. Сфера применения	3
3. Принцип	3
4. Оборудование	5
5. Материалы	6
6. Охрана труда и техника безопасности	7
6.1. Безопасность персонала	9
6.2. Воздействие химических реагентов на человека	9
6.3. Отбор проб почвы и хранение	9
7. Подготовка образцов почв к анализу	8
8. Методика	10
8.1. Приготовление градуировочных растворов	10
8.2. Измерение оптической плотности градуировочных растворов и оценивание коэффициентов градуировочной функции	10
8.3. Подготовка образцов почвы для измерений	12
9. Расчет	11
10. Контроль качества и стабильности результатов	13
10.1. Оперативный контроль внутрилабораторной погрешности результатов измерений с использованием контрольных образцов	13
10.2. Оперативный контроль внутрилабораторной погрешности результатов измерений с использованием другой (контрольной) методики	14
10.3. Алгоритм проведения контроля внутрилабораторной прецизионности	14
11. Список литературы	14
Приложение I – Оценка коэффициента, учитывающего неполное окисление углерода органических соединений по методу Тюринга	15
Приложение II – Подготовка образцов засоленных почв	19
Приложение III – Благодарности	20
Приложение IV – Список авторов	20
Приложение V – Список участвующих лабораторий	19

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 3 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

1. Введение

Почвенное органическое вещество (ПОВ) является одним из важнейших компонентов почвообразования, представляя собой комбинацию специфических и неспецифических органических соединений. ПОВ образуется в процессе разложения и гумификации биогенных остатков (Семенов, Когут, 2015). Химическая структура органического вещества почвы сложна и не до конца известна. Традиционно содержание ПОВ оценивается путем измерения содержания углерода ($C_{орг}$) с последующим умножением результата на 1.724. Значение коэффициента было установлено из условия, что углерод составляет около 58 % ПОВ. В зависимости от типа почвы значение данного коэффициента может изменяться в пределах от 1.4 до 2.5 (Pribyl, 2010).

Содержание $C_{орг}$ почвы рассчитывается по стехиометрической реакции окисления углерода дихроматом калия в концентрированной серной кислоте до углекислого газа. Данный подход реализован в методе Тюринга и его модификациях, которые исторически использовались в России и в ряде стран Евразии. Эффективность окисления $C_{орг}$ почвы колеблется в диапазоне от 70 до 95 % и зависит от условий протекания окислительно-восстановительной реакции (температуры, концентрации реагентов, времени окисления). Данное обстоятельство приводит к получению несопоставимых результатов измерений для идентичных образцов почв. В современных модификациях метода Тюринга неполное окисление углерода органических соединений в почвах не учитывается, хотя в оригинальной работе Тюринга указывался коэффициент 1.17 (Аринушкина, 1962).

2. Сфера применения

Настоящий документ предназначен для определения содержания окисляемого углерода органических соединений в почвах. Содержание $C_{орг}$ рассчитывается по количеству образующегося иона Cr^{3+} , который определяется спектрофотометрическим методом.

Метод не подходит для почв, содержащих ионы Cl^- (> 0.6 %), Fe^{2+} и Mn^{2+} . В подобных случаях Cr^{3+} расходуется на окисление указанных компонентов, что приводит к завышению содержания $C_{орг}$ почв. Метод рекомендован для почв с содержанием органического углерода от 1.7 до 87 г kg^{-1} (Методика измерений № 88-17641-001-2020, Федеральный информационный фонд обеспечения единства измерений, Россия, ФР.1.31.2020.38218, <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16>). Методика обеспечивает получение результатов измерений с погрешностью, не превышающей значений, приведенных в таблице 1.

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 4 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

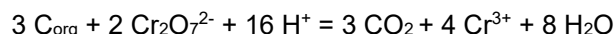
Таблица 1. Внутрिलाбораторная прецизионность, правильность и точность измерения $C_{орг}$.

$C_{орг}$	Показатель внутрилабораторной прецизионности (относительное стандартное отклонение внутрилабораторной прецизионности)	Показатель правильности (границы систематической составляющей относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0.95$)	Показатель точности (границы относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0.95$)
г кг ⁻¹	%		
1.7 – 87 вкл.	7.6	14	20

3. Принцип

Метод Тюриня основан на окислении углерода хромовой смесью (дихроматом калия в сернокислом растворе) и измерении оптической плотности растворов при длине волны максимального поглощения излучения образовавшимися аквасульфатными комплексными ионами хрома (III), количество эквивалентов которых равно количеству эквивалентов углерода органических соединений.

В разных типах почв состав органического вещества представлен различными соединениями, но среднее значение степени окисления углерода в них близко к нулю. Реакцию окисления углерода, входящего в состав органических соединений, дихромат-ионами в сернокислом растворе можно выразить уравнением:



Молярная масса эквивалентов углерода органических соединений исследуемых почв принимается равной $M(1/4C) = 3 \text{ г моль}^{-1}$. В системе, образовавшейся после окисления, два компонента имеют поглощение в видимой области электромагнитного спектра: дихромат анионы при $\lambda < 575 \text{ нм}$ и комплексные ионы хрома (III) с аква- и сульфат-лигандами (максимум полосы поглощения при $\lambda = 585 - 590 \text{ нм}$ (рис. 1, 2).

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 5 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

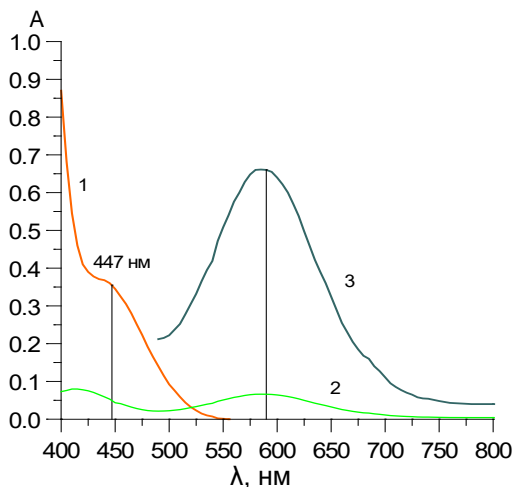


Рисунок 1 – Спектры поглощения сернокислых растворов дихромат-анионов или аквасульфатных комплексных ионов хрома (III): $c(1/6Cr_2O_7^{2-}) = 0.005$ моль $дм^{-3}$ (1), $c(1/3Cr^{3+}) = 0.005$ моль $дм^{-3}$ (2), $c(1/3Cr^{3+}) = 0.05$ моль $дм^{-3}$ (3)

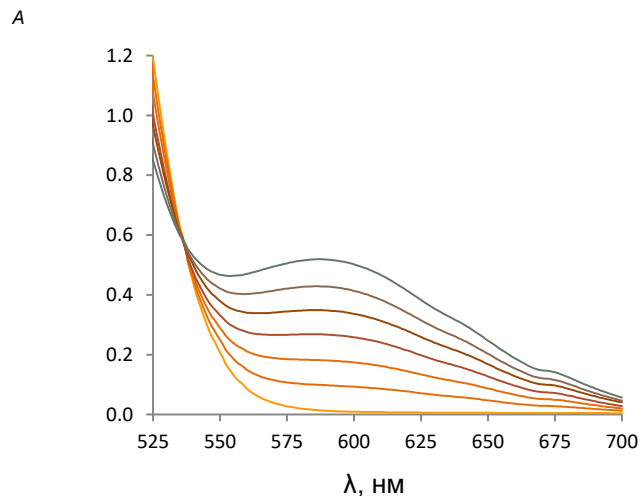
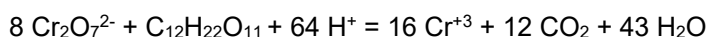
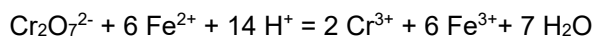


Рисунок 2 – Спектры поглощения градуировочных растворов $m(C_{орг}) = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ мг в 25 см^3 раствора

Оценку содержания углерода органических соединений в почвах проводят по поглощению излучения при длине волны $\lambda = 590$ нм. В отсутствие мешающих ионов количество эквивалентов Cr^{3+} равно количеству эквивалентов углерода органических соединений в почвах. Для градуировки спектрофотометров в качестве восстановителей используют соль Мора (гексагидрат сульфата железа (II)-аммония – $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) или сахарозу ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Оба восстановителя обеспечивают одинаковое качество измерений. Реакция окисления данных восстановителей дихромат-анионами в сернокислом растворе протекает по уравнениям:



При выполнении измерений в лаборатории следует соблюдать следующие условия:

- температура воздуха от $15\text{ }^{\circ}C$ до $27\text{ }^{\circ}C$
- атмосферное давление от 84.0 до 106.7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.)
- относительная влажность воздуха не выше 80% .

В связи с большим разнообразием процедур, реализуемых лабораториями ГЛОСОЛАНА при использовании данного метода (Тюрин, 1931; Орлов, 1967; Симаков, Цыплаков, 1969; Пономарева, Плотникова, 1980; Никитин, 1983; ГОСТ 26213-91; Околелова, Кокорина, 2010; Самойлова, Рогизная,

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 6 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

2013), специалисты Института биологии Коми НЦ УРО РАН провели сравнительное исследование стандартных и полевых образцов почв методами Тюрин и Уолкли-Блэка (Walkley, Black, 1934; Van Reeuwijk, 2002), а так же с использованием элементного анализатора EA-1110 (каталитическое сжигание в присутствии кислорода при температуре выше 1000 °С). Это исследование показало, что неполное окисление углерода органических соединений по методу Тюрин может быть учтено путем введения коэффициента 1.15. Данная методика обеспечивает сопоставимость результатов измерения $S_{орг}$, полученных методами Уокли-Блэка и сухого сжигания. Результаты исследования представлены в Приложении I.

Примечание. Данный метод не рекомендуется для анализа почв со значительным содержанием карбонатов. Требуется специальная пробоподготовка засоленных почв (Приложение II).

4. Оборудование

- Аналитические весы с точностью до 0.0001 г
- Спектрофотометр
- Центрифуга, максимальная скорость 6000 об./мин
- Водяная баня
- Сушильный шкаф
- Пакеты из полимерных пленок и комбинированных материалов
- Лабораторный таймер
- Металлические шпатели
- Яшмовые ступки и пестики
- Пипетки 1 см³, 2 см³, 5 см³, 10 см³, 25 см³
- Дозатор 0.1 – 5 см³
- Мерные колбы 100 см³, 250 см³, 500 см³, 1000 см³
- Бюретка 25 см³
- Мерные пробирки по 25 см³ со сменной крышкой из химически стойкого стекла с притертой пробкой
- Пробирки центрифужные конической формы
- Пипетка Пастера
- Воронка лабораторная
- Калька
- Штатив для пробирок алюминиевый
- Стеклянная палочка
- Фарфоровая кружка
- Слянки для реактивов из темного стекла с узкой горловиной и притертой стеклянной пробкой
- Конические колбы с пробками из матового стекла 50 см³, 100 см³, 250 см³
- Химические стаканы 100 см³, 500 см³, 1000 см³
- Эксикатор
- Чашка из платины

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 7 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

- Чашка выпарительная фарфоровая
- Стаканчик для взвешивания и хранения веществ
- Промывалка лабораторная с винтовой крышкой и распределительной трубкой

5. Материалы

- Деионизированная вода/дистиллированная вода со значением электропроводности ≤ 0.001 мС см⁻¹ (ASTM D1193-91 и ISO 3696:1987).
- **Раствор дихромата калия:** $c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0.136$ моль дм⁻³ (ГОСТ 4220, х.ч., ч.д.а.)

Растворяют 20.0 г дихромата калия в 200 – 300 см³ дистиллированной воды в мерной колбе объемом 500 см³, затем доводят до конечного объема, закрывают и тщательно перемешивают. Раствор необходимо использовать в течение дня с момента его приготовления.

- **Хромовая смесь – дихромат калия в концентрированной серной кислоте** (ГОСТ 14262, ос.ч.)

500 см³ концентрированной серной кислоты (93.5 – 95.6 %) добавляют (небольшими порциями) в равный объем 0.136 М раствора дихромата калия. Раствор постоянно перемешивают с перерывами в 10 – 15 минут между добавлением каждой порции и хранят в бутылке из темного стекла до одного года.

- **Раствор серной кислоты** $c(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.0$ моль дм⁻³

V_a см³ серной кислоты (таблица 2) добавляют к 600 – 700 см³ деионизированной/дистиллированной воды, постоянно перемешивая (таблица 2). Раствор охлаждают, переливают в мерную колбу вместимостью 1000 см³. Раствор серной кислоты хранят в бутылке из темного стекла в течение одного года.

Таблица 2. Физико-химические характеристики концентрированного раствора серной кислоты.

Плотность раствора при 20 °С	Массовая доля серной кислоты	Молярная концентрация серной кислоты	Аликвота концентрированного раствора серной кислоты
ρ , г см ⁻³	$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)$, %	$c(\text{H}_2\text{SO}_4)$, моль дм ⁻³	V_a , см ³
1.829	93.60	17.46	28.6
1.830	93.64	17.47	28.6
1.831	93.94	17.54	28.5
1.832	94.32	17.62	28.4
1.833	94.72	17.70	28.2
1.834	95.12	17.79	28.1
1.835	95.72	17.91	27.9

- **Раствор перманганата калия:** $c(1/5\text{KMnO}_4) = 0.1$ моль дм⁻³

Раствор перманганата калия готовят из стандарт-титра (например, 109935 Suplesco для 1000 см³). Перманганат калия переносят в мерную колбу объемом 1000 см³ и доводят до объема

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 8 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

деионизированной/дистиллированной водой. Раствор хранят в бутылке из темного стекла с затертой пробкой до шести месяцев.

- **Сахароза:** $C_{12}H_{22}O_{11}$, $\rho(C_{орг}) = 2.000 \text{ мг см}^{-3}$ (ГОСТ 5833, ч.д.а.)

Навеску сахарозы 1.1875 г (высушенной при $105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение двух часов) растворяют в 250 см³ деионизированной/дистиллированной воды в мерной колбе объемом 250 см³. Сахарозу хранят в эксикаторе не более 7 суток.

- **Соль Мора (двойная сернокислая соль железа и аммония):** $c(^{1/1}(NH_4)_2Fe(SO_4)_2) = 0.2 \text{ моль дм}^{-3}$ $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, ГОСТ 4208-72, х.ч.)

1) Растворяют 39.2 г $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ в 100 см³ серной кислоты ($c(^{1/2}H_2SO_4) = 1.0 \text{ моль дм}^{-3}$) и разбавляют ее до объема 500 см³ дистиллированной водой.

2) Раствор $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ готовят из стандарт-титра (например, 109864 Supleco для 250 см³). Раствор $c(^{1/1}(NH_4)_2Fe(SO_4)_2) = 0.1 \text{ моль дм}^{-3}$ из двух ампул переносят в мерную колбу объемом 250 см³ и доводят до объема деионизированной/дистиллированной водой.

Стандартизация реагента. В три конические колбы пипеткой отбирают по 5.00 см³ раствора соли Мора, добавляют пипеткой по 1.0 см³ концентрированного раствора серной кислоты, цилиндром – 40.0 см³ дистиллированной воды и титруют раствором перманганата калия до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение одной минуты. Концентрация железа (II) рассчитывается по формуле:

$$c(^{1/1}Fe^{2+}) = \frac{c(^{1/5}MnO_4^-) \bar{V}(MnO_4^-)}{V_a(Fe^{2+})}, \quad (1)$$

- где $c(^{1/1}Fe^{2+})$ – молярная концентрация эквивалентов железа (II), моль дм⁻³;
 $V_a(^{1/1}Fe^{2+})$ – аликвотная часть раствора соли Мора, взятого для титрования, см³;
 $c(^{1/5}MnO_4^-)$ – молярная концентрация эквивалентов перманганата калия в титранте, моль дм⁻³;
 $\bar{V}(MnO_4^-)$ – среднее значение трех объемов титранта, пошедших на титрование аликвотной части исследуемого раствора, см³.

Раствор железа (II) не пригоден для использования, если $c(^{1/1}Fe^{2+}) < 0.195 \text{ моль дм}^{-3}$.

Раствор хранят в бутылке из темного стекла до шести месяцев. Молярную концентрацию эквивалентов железа (II) проверяют титрованием раствором перманганата калия. В случае длительных перерывов в использовании раствора титрование следует проводить до градуировки спектрофотометра.

6. Охрана труда и техника безопасности

Выполнение анализа включает в себя использование опасных химических веществ. Необходимо ознакомиться с руководством по безопасности работы в лаборатории.

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 9 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

6.1. Безопасность персонала

При работе с любыми химическими веществами необходимо надевать защитные очки, перчатки и лабораторные халаты.

6.2. Воздействие химических реагентов на человека

1. При организации работ с химическими веществами должны выполняться требования безопасности, изложенные в Правилах по охране труда при использовании химических веществ ПОТ Р М-004. Содержание используемых вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных в ГОСТ 12.1.005 предельно допустимых концентраций.
2. Утилизацию растворов после выполнения измерений проводят в соответствии с инструкцией по обращению с химическими отходами, действующей в испытательной лаборатории.
3. Дихромат калия – это неорганическое соединение, которое при нагревании выделяет токсичные пары. Дихромат калия является сильным окислителем, обладает канцерогенными свойствами и вызывает развитие рака легких.
4. Серную кислоту следует хранить вдали от тепла и открытого огня. Процедуры должны выполняться в вытяжном шкафу с вытяжкой/вентиляцией. Для получения разбавленной серной кислоты необходимо тонкой струйкой вливать концентрированную серную кислоту в воду.
5. После использования всех химических реагентов необходимо вымыть руки и очистить другие открытые участки мылом и водой.

6.3. Отбор проб почвы и хранение

Отбор и хранение проб почвы осуществляется в условиях, обеспечивающих сохранность состава проб, в соответствии с нормативно-технической документацией на исследуемые объекты: ГОСТ 17.4.3.01, ГОСТ 17.4.4.02, ГОСТ 12071, ГОСТ Р 58595, ПНД Ф 12.1:2:2.2:2.3:3.2..

7. Подготовка образцов почв к анализу

Пробы почвы готовят в условиях, обеспечивающих состав пробы в соответствии с нормативно-технической документацией на исследуемые объекты. Воздушно-сухие образцы почв получают путем сушки при температуре и влажности лабораторного помещения. Часть образца почвы рассыпают на кальке, крупные включения (неразложившиеся растительные остатки, камни и т.д.) удаляют пинцетом.

Образец почвы просеивают через сито (< 1 мм или с другим диаметром отверстий в соответствии с процедурами каждой страны). Отдельную часть почвы измельчают в яшмовой или агатовой ступке до размера 0.25 мм. Подготовленные образцы почвы хранятся в полиэтиленовых пакетах, пластиковых или стеклянных контейнерах. Масса пробы воздушно-сухой почвы, подлежащей анализу, должна быть взята на основе предполагаемого содержания органического углерода в соответствии с таблицей 3, о котором можно судить по цвету почвы или, если известно, по ее типу.

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 10 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

Таблица 3. Рекомендуемые навески образцов почв (Котова и др., 2007).

Цвет почвы	C _{орг} г мг ⁻¹	ПОВ	Масса образца почвы
			<i>m</i> мг
Беловатый	От 1,7 до 6 вкл.	От 3 до 10 вкл.	От 500 до 900
Светло-серый, светло-коричневый	От 6 до 12 вкл.	От 10 до 20 вкл.	От 200 до 500
Серый, коричневый	От 12 до 30 вкл.	От 20 до 50 вкл.	От 100 до 200
Темно-серый, коричневый	От 30 до 60 вкл.	От 50 до 100 вкл.	От 60 до 100
Темно-коричневый, черный	От 60 до 87 вкл.	От 100 до 150 вкл.	От 30 до 60

8. Методика

8.1. Приготовление градуировочных растворов

Для приготовления градуировочных растворов используется соль Мора или сахарозу.

Внимание! Нагревание на кипящей водяной бане пробирок с хромовой смесью (или хромовой смесью с сахарозой), предназначенных для приготовления градуировочных растворов, проводят **одновременно** с пробирками, содержащими хромовую смесь с исследуемыми почвами и образцами для контроля качества результатов измерений. В связи с этим, выбирают штатив, число гнезд которого достаточно для пробирок с одновременно нагреваемыми смесями.

В пробирки со смесями, подготовленными к нагреванию, помещают стеклянные палочки, перемешивают и перемещают пробирки в штатив. Уровень воды в бане должен быть не менее чем на 2 см выше уровня хромовой смеси в пробирках. Продолжительность нагревания пробирок – 1 ч с момента закипания воды в бане. Смеси в пробирках во время нагревания периодически (не менее двух раз) перемешивают стеклянными палочками. Пробирки вынимают из водяной бани и охлаждают погружением в емкость с холодной водой.

8.1.1. Приготовление градуировочных растворов сахарозы (0 – 6 мг C_{орг})

В семь пронумерованных пробирок вместимостью 25 см³, установленных в штатив, добавляют 10.0 см³ хромовой смеси и соответствующий объем стандарта сахарозы (таблица 4). Растворы нагревают на водяной бане. После охлаждения хромовой смеси с сахарозой последовательно вынимают стеклянные палочки из пробирок. Удерживая палочку внутри пробирки, омывают с помощью пипетки или дозатора 10 см³ дистиллированной воды (V₁(H₂O) в таблице 4). Стеклянную палочку вынимают из пробирки. Добавляют дистиллированной воды (V₂(H₂O) в таблице 4).

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 11 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

Таблица 4. Состав градуировочных растворов сахарозы.

Масса $C_{орг}$, мг	0	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Объем хромовой смеси, $см^3$	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Объем раствора сахарозы ($2 \text{ мг } C_{орг} / \text{ см}^3$), $см^3$	0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
Объем дистиллированной воды	$V_1(H_2O)$, $см^3$	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	$V_2(H_2O)$, $см^3$	5.00	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50

8.1.2. Приготовление градуировочных растворов соли Мора (эквивалентно 0 – 6 мг $C_{орг}$)

В каждую из семи маркированных пробирок, установленных в штатив, наливают по 10.0 $см^3$ хромовой смеси. Пробирки нагреваются на водяной бане. Растворы охлаждают. Держа стеклянные палочки внутри пробирки, промывают дистиллированной водой. Стеклянные палочки вынимают. Добавляют раствор соли Мора. Состав стандартов соли Мора представлен в таблице 5.

Таблица 5. Состав градуировочных растворов соли Мора.

Масса, эквивалентная $C_{орг}$, мг	0	0.60	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00
Объем хромовой смеси, $см^3$	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Объем дистиллированной воды, $см^3$	15.0	14.0	13.0	11.0	9.0	7.0	5.0
Объем раствора соли Мора ($c(^{1/1}Fe(NH_4)_2(SO_4)_2)=0.200 \text{ моль } \text{дм}^{-3}$), $см^3$	0	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00

Пробирки закрывают пробками, перемешивают, поворачивая каждую пробирку 3 – 5 раз, и выдерживают в течение 24 часов в вытяжном шкафу при комнатной температуре, защищая от света вместе со смесями исследуемых почв и образцов контроля качества с окислителем (согласно 8.3).

8.2. Измерение оптической плотности градуировочных растворов и оценивание коэффициентов градуировочной функции

Оптическую плотность выдержанных в течение суток градуировочных растворов измеряют при длине волны 590 нм в кюветах с толщиной поглощающего слоя 1.00 см относительно дистиллированной воды. Методом наименьших квадратов рассчитывают значения коэффициентов градуировочной функции:

$$A = A_0 + Km(C_{орг}), \quad (2)$$

где A – оптическая плотность градуировочных растворов при $\lambda = 590 \text{ нм}$;
 $m(C_{орг})$ – масса углерода органических соединений в градуировочных растворах (в аликвотной части, взятой для приготовления градуировочного раствора), мг.

Значение коэффициента корреляции (R) градуировочной функции должно быть ≥ 0.9995 .

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 12 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

8.3. Подготовка образцов почвы для измерений

Отбирают по одной навеске каждой исследуемой почвы и образца для контроля, помещают в пробирки вместимостью 25 см³, установленные в штативы. В каждую пробирку с помощью мерной пипетки добавляют по 10.0 см³ хромовой смеси и нагревают на водяной бане. После охлаждения смесей последовательно из каждой смеси вынимают стеклянную палочку и, удерживая ее внутри пробирки над раствором, омывают с помощью пипетки или дозатора 15.0 см³ дистиллированной воды. Стеклянную палочку убирают из пробирки.

Закрывают пробирки пробками, перемешивают смеси, переворачивая пробирку не менее трех раз, и оставляют для оседания твердых частиц на сутки в вытяжном шкафу (куда не попадают прямые солнечные лучи) при температуре лабораторного помещения.

После частичного или полного отстаивания смесей декантируют от 7 до 10 см³ суспензии (или раствора) в центрифужные пробирки. При необходимости уравнивания масс пробирок с надосадочной фазой, их взвешивают. На чашу весов ставят стакан вместимостью 100 см³ и «зануляют» массу стакана. В стакан ставят первую пробирку со смесью осадка и раствора. Если используют пробирку с крышкой, крышку кладут на чашу весов.

Центрифугируют со скоростью 2000 – 6000 об./мин до получения визуально прозрачного раствора. Время центрифугирования подбирают экспериментально в зависимости от числа оборотов в минуту, проверяя состояние раствора через каждые 10 минут. При скорости 6000 об./мин время центрифугирования – 10 минут.

Примечание. Если через сутки раствор над осадком визуально прозрачный, допускается без предварительного центрифугирования осторожно перенести его в кювету.

В пробной партии почв через каждые десять растворов используется холостой раствор. В формуле расчета 3 используют среднее поглощение всех холостых растворов (A_{blank}), включая A_0 (формула 2).

9. Расчет

Содержание C_{org} в образцах почв рассчитывается в соответствии с формулой:

$$C_{org} = \frac{f(A - A_{blank})}{Km} 1000 \quad (\text{г кг}^{-1}) \quad (3)$$

- где
- A – оптическая плотность исследуемого раствора;
 - A_{blank} – оптическая плотность холостого раствора;
 - K – коэффициент градуировочной функции, мг⁻¹;
 - m – масса образца исследуемой почвы, мг;
 - $f = 1.15$ – поправочный коэффициент, учитывающий неполное окисление углерода органических соединений почв в условиях метода Тюринга.

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 13 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

Содержание почвенного органического вещества рассчитывается по формуле:

$$\text{ПОВ (г кг}^{-1}\text{)} = 1.724 \text{ C}_{\text{орг}}(\text{г кг}^{-1}). \quad (4)$$

10. Контроль качества и стабильности результатов

Периодичность получения результатов контрольных процедур и формы их регистрации приводят в документах лаборатории, устанавливающих порядок и содержание работ по организации методов контроля качества и стабильности результатов измерений в лаборатории.

10.1. Оперативный контроль внутрилабораторной погрешности результатов измерений с использованием контрольных образцов

Матрица используемых для контроля образцов почв с аттестованным значением содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ или органического вещества должна быть идентична исследуемым пробам почв.

При выборе образцов для контроля качества необходимо учитывать метод измерения, используемый для получения аттестованного значения содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ или ПОВ.

1. Если аттестованное значение содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ или ПОВ получено в условиях полного окисления органических соединений (метод сухого сжигания), то результаты измерений, рассчитанные по уравнению (4), сравнивают с аттестованным значением контрольного образца ($f = 1$).
2. Если аттестованное значение содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ или ПОВ получено методом Уолкли-Блэка, то результаты измерений, рассчитанные по уравнению (4), сравнивают с аттестованным значением контрольного образца, умноженным на 1.3 ($f = 1.3$).
3. Если аттестованное значение содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ или ПОВ получено методом Тюринна (например, ГОСТ 26213), то результаты измерений, рассчитанные по уравнению (4), сравнивают с аттестованным значением контрольного образца, умноженным на 1.15 ($f = 1.15$).

Для контроля точности результатов измерения содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ измеряют содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ в образце для контроля. Результат контрольной процедуры (K_1 , %) рассчитывается по формуле:

$$K_1 = \frac{|C_{\text{орг}} - C'_{\text{орг}}|}{C_{\text{орг}}} 100, \quad (5)$$

где $\text{C}_{\text{орг}}$ – измеренное значение углерода органических соединений в образце для контроля, г кг⁻¹;
 $\text{C}'_{\text{орг}}$ – аттестованное значение массовой доли углерода органических соединений в образце

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 14 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

для контроля, г кг⁻¹.

Для контроля точности измерения содержания органического вещества измеряют содержание органического вещества образце для контроля:

$$K_1 = \frac{|OM-OM'|}{OM} 100. \quad (6)$$

Результат контрольной процедуры (K_1 , %) не должен превышать норматива контроля точности результатов измерений (20 %, таблица 1). При невыполнении данного условия контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении условия выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению. При удовлетворительном контроле погрешности точность результатов измерений всей партии проб материалов признают удовлетворительной.

10.2. Оперативный контроль внутрилабораторной погрешности результатов измерений с использованием другой (контрольной) методики

Для целей контроля используется метод, при котором осуществляется полное окисление углерода органических соединений (например, метод сухого сжигания). В образце для контроля измеряют содержание $C_{орг}$ двумя методами – Тюрин и сухим сжиганием. Относительное расхождение между измеренным значением $C_{орг}$ по методу Тюрин и на анализаторе $C'_{орг}$ рассчитывают по формуле:

$$K_2 = \frac{|C_{орг} - C'_{орг}|}{C_{орг}} 100. \quad (7)$$

Результат (K_2 , %) не должен превышать норматива точности результатов измерений методом сухого сжигания. При невыполнении условия контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении данного условия выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению. При удовлетворительном контроле погрешности точность результатов измерений всей партии образцов почвы считается удовлетворительной.

Периодичность контроля погрешности результатов измерений. Контроль внутрилабораторной погрешности результатов измерений $C_{орг}$ или ПОВ проводят согласно графику, установленному в испытательной лаборатории.

10.3. Алгоритм проведения контроля внутрилабораторной прецизионности

Вывод о приемлемости результатов измерений $C_{орг}$ или ПОВ проводят с использованием рабочих проб почв, которые выбирают из партии исследуемых почв, согласно графику, установленному в лаборатории (например, каждый десятый).

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 15 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

C_{org} измеряют дважды в воспроизводимых условиях: первичные (C_{org}) и повторные результаты (C'_{org}).

$$R = \frac{|C'_{org} - C_{org}|}{C_{org}} \quad (8)$$

$$\overline{C_{org}} = \frac{C_{org} + C'_{org}}{2} \quad (9)$$

где $\overline{C_{org}}$ – среднее арифметическое двух результатов измерений C_{org} в контрольном образце, г кг⁻¹

Относительное расхождение между двумя измерениями не должно превышать предела внутрिलाбораторной прецизионности (21 %). При удовлетворительном результате контроля внутрिलाбораторной прецизионности приемлемы результаты измерений во всей партии проб, полученные при однократном измерении. Для контрольных почв приемлемы оба результата измерений, и, в качестве окончательного, может быть использовано их среднее арифметическое значение.

При невыполнении условия могут быть использованы дополнительные методы проверки приемлемости результатов измерений.

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 16 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

11. Список литературы

Аринушкина Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв. Изд.: МГУ. 488 с.

ГОСТ 26213-91 Почвы. 1992. Методы определения органического вещества. М.: Издательство стандартов. 10 с.

Котова Д.Л., Девятова Т.А., Крысанова Т.А., Бабенко Н.К., Крысанов В.А. 2007. Методы контроля качества почв. Воронеж. 106 с.

Методика измерений № 88-17641-004-2016 (ФР.1.31.2016.23502). 2016. Почвы, грунты, донные отложения, торф и продукты его переработки, твердые материалы растительного, животного, природного и производственного происхождения, химические соединения. Методика измерений массовой доли азота, углерода, органического вещества на элементном анализаторе EA 1110 (CHNS-O) / Ванчикова Е.В., Кондратенок Б.М., Туманова Е.А. Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН. 29 с.

Никитин Б.А. 1983. Уточнение к методике определения гумуса в почве. Агрохимия, 8: 18-26.

Околелова А.А., Кокорина Н.Г. 2010. Расчет доли гумуса по результатам определения углерода органических соединений в почвах. Земледелие, 1: 14-15.

Орлов Д.С., Гриндель Н.М. 1967. Спектрофотометрическое определение гумуса в почве. Почвоведение, 1: 112-122.

Пономарева В.В., Плотникова Т.А. 1980. Гумус и почвообразование. Изд.: Наука. 223 с.

Самофалова И А., Рогизная Ю.А. 2013. Лабораторно-практические занятия по химическому анализу почв: учебное пособие. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА: 63-64.

Семенов В.М, Когут Б.М. 2015. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС. 233 с.

Симаков В.Н., Цыплаков В.П. 1969. Методика одновременного определения углерода, азота и окисленности в почве. Агрохимия, 6: 127-134.

Тюрин И.В. 1931. Новое видоизменение объемного метода определения гумуса с помощью хромовой кислоты. Почвоведение, 6: 36-47.

Pribyl D.W. 2010. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. Geoderma, 156: 75-83.

Van Reeuwijk, L. P. 2002. Procedures for soil analysis. 6th Edition, ISRIC, Wageningen, Technical Paper 9.

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 17 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

Walkley A., Black I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-38.

Приложение I – Оценка коэффициента, учитывающего неполное окисление углерода органических соединений по методу Тюрину

$$f = C_{\text{орг}} (\text{метод сухого сжигания на анализаторе}) / C_{\text{орг}} (\text{метод Тюрина})$$

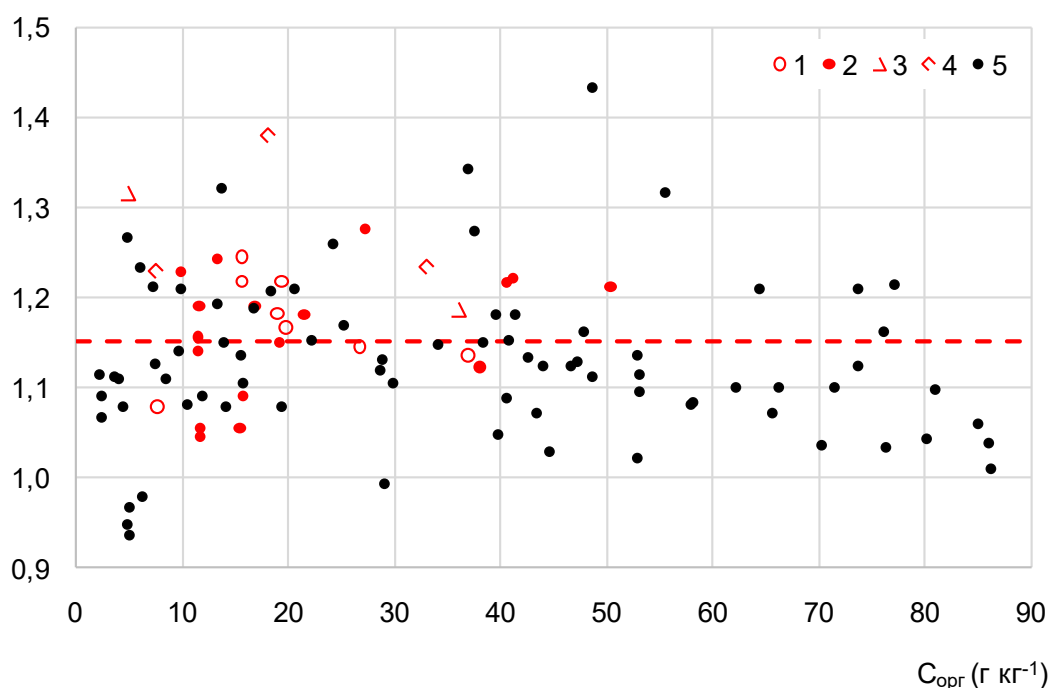


Рисунок 3 – Соотношение (f) значений содержания углерода органических соединений:

- 1 – стандартные образцы почв (Elemental Microanalysis Limited, Великобритания);
- 2, 3 – стандартные образцов почв (Россия);
- 4 – стандартные образцы почв (ГЛОСОЛАН);
- 5 – образцы почв различных типов (более 100).

Среднее значение $f = 1.15$.

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 18 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

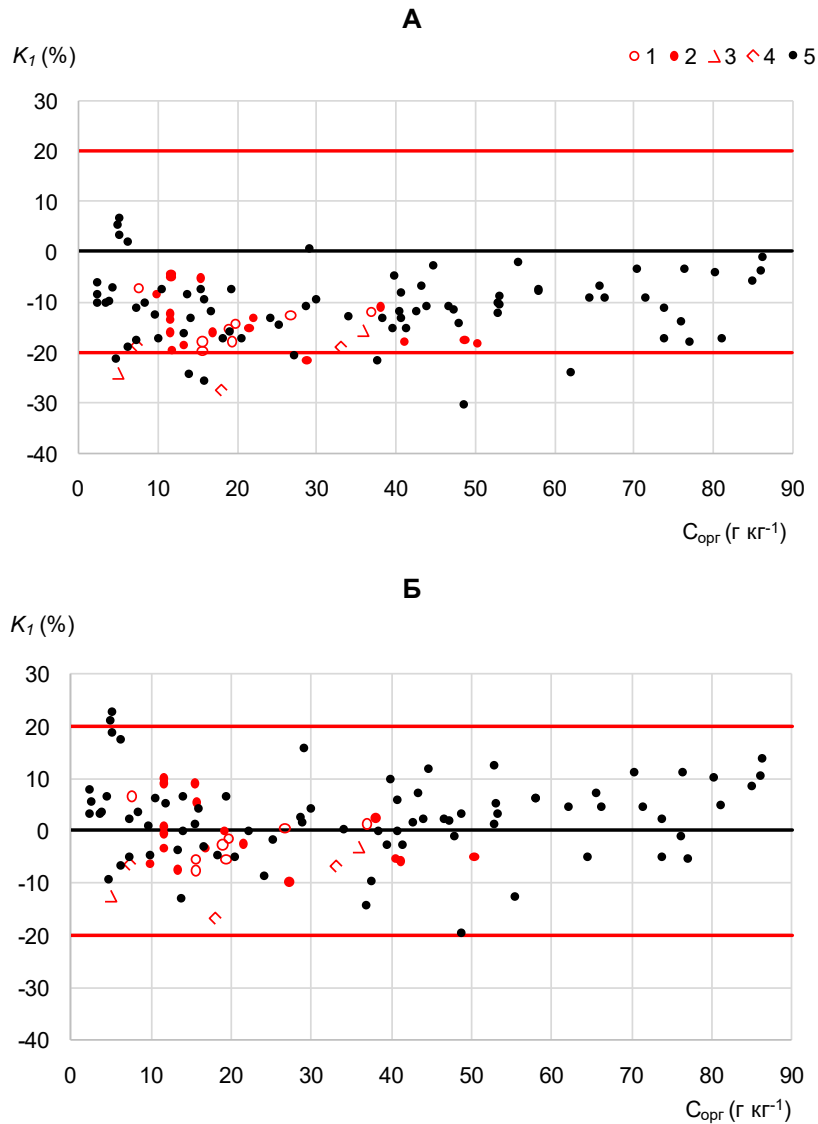


Рисунок 4 – Контроль точности результатов измерений содержания углерода органических соединений в почвах, полученных по методу Тюринга:

А – без учета неполного окисления углерода органических соединений;

Б – с учетом неполного окисления углерода органических соединений (введен коэффициент $f = 1.15$).

Сравнительное исследование стандартных образцов почв и полевых образцов почвы методами Тюринга, Уолкли-Блэка и сухого сжигания подтвердило возможность учета неполного окисления органического углерода. Для этого необходимо ввести коэффициент 1.15 для метода Тюринга и 1.3 для

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 19 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

метода Уокли-Блэка (дополнительная информация доступна на интернет-портале «Научная Россия» <https://scientificrussia.ru/news/garmonizatsiya-metodov-issledovaniya-pochv-put-k-uporyadochivaniyu>).

Уокли-Блэк • 1.3 = Тюрин • 1.15 = Сухое сгорание (P = 0.95).

Приложение II – Подготовка образцов засоленных почв

Навеску исследуемой почвы от 5.00 до 10.00 г (m_1 , г) помещают в химический стакан и добавляют от 100 до 200 см³ (20-кратный объем) дистиллированной воды и 1 см³ раствора серной кислоты ($c^{1/2}$ H₂SO₄) = 1 моль дм⁻³). Периодически перемешивают в течение рабочего дня и оставляют до следующего дня. Если раствор прозрачный, его сливают декантацией, не взмучивая осадок. Если раствор мутный, добавляют 1 см³ раствора серной кислоты, перемешивают и оставляют до установления прозрачности раствора, который сливают декантацией. Заливают осадок второй такой же порцией дистиллированной воды, подкисленной раствором серной кислоты, перемешивают и оставляют до осаждения твердой фазы. Осторожно пипеткой отбирают 0.5 – 2 см³ прозрачного раствора в пробирку и добавляют 2 – 5 капель раствора соли серебра (AgNO₃ = 10 г кг⁻¹ или Ag₂SO₄ = 10 г кг⁻¹). При выпадении осадка хлорида серебра процедуры промывания исследуемой почвы продолжают до отсутствия в надосадочном растворе хлорид-ионов. Сливают прозрачный раствор декантацией.

К осадку, не содержащему хлорид-ионов, добавляют 5 – 10 см³ дистиллированной воды, взбалтывают смесь и переносят в чашку (фарфоровую или платиновую), предварительно взвешенную (m_0 , г). Порции дистиллированной воды наливают в стакан, пока весь осадок не будет перенесен в чашку. Чашку со смесью почвы и дистиллированной воды ставят на водяную баню и выпаривают воду, пока в чашке не останется сухая почва. Чашку с почвой оставляют при комнатной температуре на сутки для установления равновесия между влагой материала и воздуха (воздушно-сухое состояние). Взвешивают чашку с воздушно-сухой пробой материала, не содержащего хлорид-ионы (m_2 , г).

Измеряют содержание углерода органических соединений в воздушно-сухом образце почвы, не содержащем хлорид-ионов (C_{org}' , г кг⁻¹), выполняя все процедуры метода Тюрин. Рассчитывают по формуле 5, вводя поправку на потерю массы пробы при промывке почвы:

$$C_{org} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} C_{org}' \quad (10)$$

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 20 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

Приложение III – Благодарности

ГЛОСОЛАН выражает благодарность д.б.н. Шамриковой Елене Вячеславовне и коллегам из экоаналитической лаборатории и отдела почвоведения Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (Российская Федерация) за руководство гармонизацией данной методики. Исследование выполнено в рамках реализации гранта РФФИ № 20-04-00445а "Факторы и механизмы стабилизации органического вещества в почвах экстремальной среды (на примере арктических экосистем)".

ГЛОСОЛАН благодарит экспертов Группы по обзору и рецензированию данного метода, все лаборатории, внесшие вклад в его согласование, экспертов, участвовавших в техническом рассмотрении методики, а также лично Rob De Hayr (Chemistry Center Laboratory – Queensland Department of Environment and Science, Австралия) за техническую корректуру документа.

Приложение IV – Список авторов

Основные авторы экоаналитической лаборатории и отдела почвоведения Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Российская Федерация:

- Ванчикова Евгения Валентиновна – кандидат химических наук
- Давыдова Анжела Пантелеймоновна – ведущий инженер-химик
- Дубровский Юрий Александрович – переводчик
- Зонова Татьяна Васильевна – ведущий инженер-химик
- Кондратенко Борис Михайлович – заместитель директора по научной работе, кандидат химических наук
- Кострова Светлана Николаевна – ведущий инженер-химик
- Лаптева Елена Морисовна – заведующая отделом почвоведения, кандидат биологических наук
- Лю-Лян-Мин Екатерина Ивановна – инженер-химик
- Туманова Евгения Алексеевна – ведущий инженер-химик
- Шамрикова Евгения Сергеевна – переводчик
- Шамрикова Елена Вячеславовна – доктор биологических наук

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 21 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

Члены Группы по обзору и рецензированию:

- Елена Шамрикова, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (**Российская Федерация**)
- João Coutinho, Laboratório de Solos e Plantas da UTAD, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (**Португалия**)
- Lauris Leitans, State Plant Protection Service, Agrochemical Department, Agrochemical Laboratory (**Латвия**)
- Su Su Win, Soil and Plant Analysis Laboratory, Soil Science Section, Soil Science, Water Utilization And Agricultural Engineering Division, Department Of Agricultural Research (**Мьянма**)
- Wobbe Schuurmans, Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem (Wageningen University) (**Нидерланды**)

Приложение V – Список участвующих лабораторий

ГЛОСОЛАН благодарит лаборатории ГЛОСОЛАНА, материалы которых были использованы в качестве справочного материала для проведения глобальной гармонизации:

Из Азиатского региона:

- Soil and Agrochemistry laboratory, school of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences (**Монголия**)
- Soil, Agro-chemistry laboratory of the Institute of Plant and Agricultural Sciences (**Монголия**)
- Laboratory of Soil Science, Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University (**Таиланд**)

Из Тихоокеанского региона:

- Нет

Из Африканского региона:

- Centre d'étude et de Recherche de Djibouti, Laboratoire de Pedologie (**Джибути**)
- Laboratoire Central de l'Institut de Recherche Agronomique de Guinée (**Гвинея**)

Из региона Ближнего Востока и Северной Африки:

- National Agricultural Research Center (**Иордания**)

Из Европейского региона:

- Forest Research Institute (**Болгария**)
- University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Soil Science Department (**Хорватия**)
- University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of General Agronomy (**Хорватия**)
- Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (**Чешская Республика**)
- State Plant Protection Service, Agrochemical Laboratory (**Латвия**)

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН СОП-16	
ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ПОЧВ Спектрофотометрическое определение по Тюрину	Версия № : 01	Страница 22 из 22
	Дата вступления в силу : 13 января 2021	

University "St. Kliment Ohridski"- Bitola Scientific Tobacco Institute (**Прилеп, Республика Северная Македония**)

Из Евразийского региона:

- Laboratory of Chemical and Biological Factors (**Украина**)
- Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (**Российская Федерация**)

Из Латиноамериканского региона:

- Ministry of Agriculture (**Гаити**)
- Colegio de Postgraduados (**Мексика**)

Из Североамериканского региона:

- Нет

Модифицировано	Проверка	Дата принятия	Дата проверки
ГЛОСОЛАН СОП техническая рабочая группа Под руководством: Елена Шамрикова, РФ	Экспертной комиссией	13 января 2021	13 января 2021



Глобальное почвенное партнерство

Глобальное почвенное партнерство (ГПП) - это глобально известный механизм, созданный в 2012 году. Наша миссия - включить почвы в Глобальную повестку дня посредством коллективных действий. Наши основные цели состоят в продвижении устойчивого управления почвами (УУП) и улучшении регулирования в области почвенных ресурсов, чтобы обеспечить существование здоровых и продуктивных почв, способных предоставлять основные экосистемные услуги для целей продовольственной безопасности и улучшения питания, адаптации к изменению климата и смягчения его последствий, а также устойчивого развития.

ГЛОСОЛАН

ГЛОБАЛЬНАЯ СЕТЬ ПОЧВЕННЫХ ЛАБОРАТОРНАЯ

ГЛОСОЛАН представляет собой глобальной сетью почвенных лабораторий, целью которой является гармонизация методов и данных анализа почвы, чтобы почвенная информация была сопоставимой и интерпретируемой в разных лабораториях, странах и регионах. Она была создана в 2017 году, чтобы способствовать созданию сети и развитию потенциала посредством сотрудничеством и обменом информацией между почвенными лабораториями различного опыта. Присоединение к ГЛОСОЛАН – является уникальной возможностью чтобы инвестировать в качественные данные почвенных лабораторий для устойчивого и продовольственно- безопасного мира. Благодаря финансовой поддержке



PHOSAGRO®