



Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

Стандартная рабочая методика для Измерение рН почвы



Глобальное почвенное
партнерство

Стандартная рабочая методика для Измерение рН почвы

ho°o o Ent ee~Y m ~E_o o·Ymt ee~Y
oh,~e.~с.Υ L A^ e ee .o r~с.∞
a Σ НЛНМ

Обязательная ссылка:

ФАО. 2021. *Стандартная рабочая методика для Измерение pH почвы*. 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-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 1 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

Стандартная рабочая методика для Измерение pH почвы

ИСТОРИЯ ВЕРСИИ

№	Дата	Этап экспертизы	Статус готовности
01	11 февраля 2021 г.	Корректурa стандарта согласно замечаниям экспертов РЕСОЛАНa	Завершение работы над стандартом
02			
03			
04			

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНa по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 2 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение	3
2.	Сфера применения	4
3.	Принцип	4
4.	Средства измерения	5
5.	Реактивы.....	6
6.	Охрана труда и техника безопасности... ..	6
7.	Подготовка образцов почвы к анализу	7
8.	Измерение pH	7
8.1.	Градуировка pH-метра	7
8.2.	Метод А: измерение pH _{H₂O}	8
8.3.	Метод В: измерение pH _{KCl}	9
8.4.	Метод С: измерение pH _{CaCl₂}	9
9.	Расчеты.....	10
10.	Контроль качества и стабильности результатов измерений.....	10
10.1.	Контроль точности измерений	10
10.2.	Контроль внутрилабораторной прецизионности	10
10.3.	Контроль стабильности результатов измерений с использованием контрольных карт	11
11.	Список литературы.....	12
12.	Приложение I – Приготовление буферных растворов pH.....	13
13.	Приложение II – Благодарности	13
14.	Приложение III – Список авторов	14
15.	Приложение IV – Участвующие лаборатории	14

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНА по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 3 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

1. Введение

Кислотность – базовый показатель, отражающий кислотно-щелочной баланс почвы, раствора или другой среды. Водородный показатель – это отрицательный десятичный логарифм активности ионов водорода (H^+). При определении pH регистрируется активность свободных протонов, соответствующих равновесному значению pH (часть общего количества присутствующих в растворе кислотных компонентов). Этот показатель может изменяться в диапазоне от 0 до 14, pH 7 является нейтральным, менее 7 – кислым, более 7 – щелочным (или основным). Значения pH почв обычно лежат в пределах от 3 до 9.

Значение pH оказывает существенное воздействие на окислительно-восстановительные процессы в почвах, влияя на реакции комплексобразования, осаждения и растворения. Кислотность почв влияет на рост растений, их развитие, доступность питательных веществ и токсикантов. Значения pH, определяющие оптимальный рост растений, варьируют для разных культур. Для большинства растений приемлем диапазон pH 6.0 – 7.5, поскольку большая часть питательных веществ доступна в этом диапазоне pH. Однако для функционирования растений благоприятны как более низкие, так и более высокие значения pH. Кислая реакция среды может повышать подвижность токсичных элементов, в том числе ионов алюминия, которые способны поглощаться и накапливаться в растениях. В почвах с высокими значениями pH могут стать менее доступными фосфор и большинство микроэлементов. Поскольку значение pH многих почв коррелирует с насыщенностью основаниями, этот показатель пригоден для целей предварительной классификации почв в полевых условиях.

Обычно значения pH почвы измеряют в водной суспензии. Однако присутствие растворимых солей в образце может влиять на кислотность, поэтому некоторые исследователи предпочитают измерять pH в суспензии, приготовленной с использованием 1 М (моль dm^{-3}) раствора KCl или 0.01 М $CaCl_2$. Значения pH, измеренные в растворах названных солей, обычно ниже pH водной суспензии аналогичных образцов. При использовании раствора KCl происходит интенсивный ионный обмен ионов калия и алюминия (Al^{3+}). Значения pH 0.01 М $CaCl_2$ обычно ниже, чем pH_{H_2O} , но в меньшей степени, чем в случае pH_{KCl} . Как правило, значения pH раствора хлорида кальция соответствуют значениям естественных почвенных растворов. Значения pH высушенных, а затем смоченных дистиллированной водой образцов почвы ниже, чем значений pH образцов, измеренных в полевых условиях.

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 4 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

2. Сфера применения

Настоящий документ устанавливает методику измерений pH почв в трех вариантах:

- 1 : 2,5 (отношение массы m к объему V) водная суспензия ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, метод А);
- 1 : 5 ($m : V$) суспензии почвы в 1,0 М растворе хлорида калия (pH_{KCl} , метод В);
- 1 : 5 ($m : V$) суспензии почвы в 0,01 М растворе хлорида кальция ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$, метод С)

Эти методы применимы к большинству почв, используемых для сельскохозяйственных целей.

3. Принцип

pH определяется как отрицательный десятичный логарифм активности ионов водорода, H^+ :

$$\text{pH} = -\lg a(\text{H}^+),$$

$$a(\text{H}^+) = \gamma c(\text{H}^+),$$

где $a(\text{H}^+)$ – активность ионов водорода, моль дм^{-3} ;
 γ – коэффициент активности;
 $c(\text{H}^+)$ – молярная концентрация ионов водорода, моль дм^{-3} .

Для измерений pH раствора при заданной температуре (25 °C) используют гальванический элемент, составленный из двух электродов: индикаторного, потенциал которого (E_1 , мВ) зависит от концентрации ионов водорода (стеклянный электрод), и вспомогательного – электрода сравнения (хлорсеребряный), его потенциал (E_2 , мВ) постоянен. Оба электрода (или один комбинированный) погружают в исследуемый раствор. Электродвижущая сила гальванического элемента равна (E , мВ):

$$E = (E_2 - E_1).$$

Между значениями ЭДС (E , мВ) и pH раствора существует взаимосвязь:

$$E = E_2 - \theta \text{pH},$$

$$\theta = \frac{2,3RT}{zF},$$

где R – $R = 8,314 \text{ Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль})$ – газовая постоянная;
 T – температура, К;
 z – число электронов, участвующих в электродном процессе, $z(\text{H}^+) = 1$;
 F – $F = 96485 \text{ Кл/моль}$ – постоянная Фарадея.

Коэффициент θ при температуре 25 °C равен 59.16 мВ. Средство измерений (pH-метр) имеет шкалу pH и электродвижущей силы и позволяет измерять pH прямым методом.

Температура оказывает значительное влияние на точность измерения водородного показателя pH и равновесные концентрации ионов водорода анализируемых растворов. Большинство pH-метров имеют режим автоматической компенсации (Automatic Temperature Compensation, ATC),

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 5 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

позволяющий автоматически пересчитывать полученное значение к 25 °С.

На практике градуировку pH-метра проводят путем погружения электрода(ов) как минимум в два стандартных буферных раствора (градуировочные растворы с известным значением pH). Теоретически при pH 7,00 смещение должно быть равно 0 мВ. Необходима градуировка, чтобы отрегулировать наклон и смещение измеряемой системы до их истинных значений (рисунок 1).

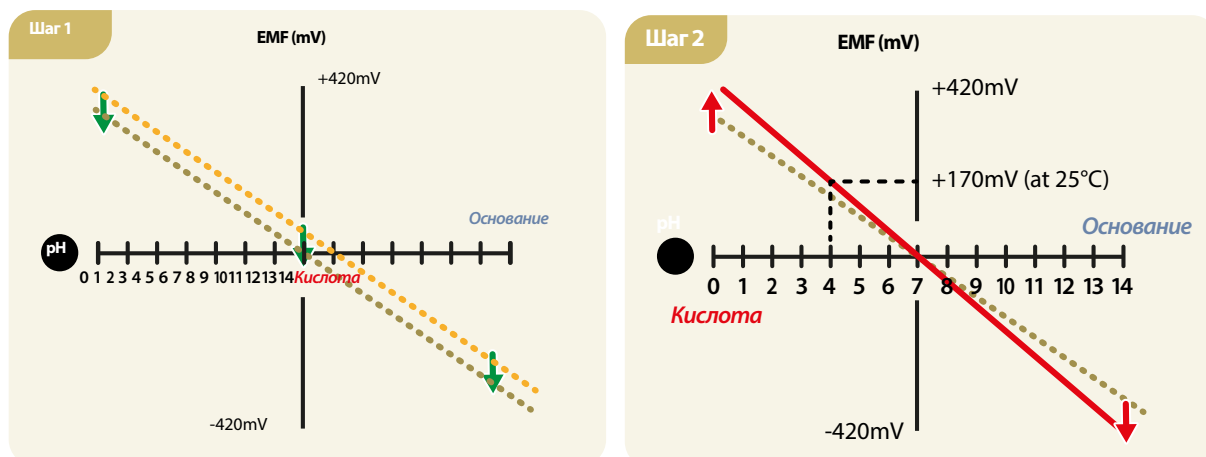


Рисунок 1. Шаг 1 – корректировка смещения с помощью буферного раствора с pH 7,0, шаг 2 – регулировка наклона с использованием буферного раствора с pH 4 или 10, в зависимости от ожидаемого значения pH анализируемых образцов почвы.

Градуировку pH-метра проводят:

- при замене электрода,
- после замены электролита в электроде сравнения,
- не менее одного раза в месяц.

4. Средства измерения

- 4.1. Весы лабораторные (точность измерения 0,01 г).
- 4.2. pH-метр со стеклянным электродом и электродом сравнения со встроенным датчиком температуры (или с отдельным датчиком температуры для автоматической температурной компенсации).
- 4.3. Пипетка / дозатор 25 см³ или 50 см³.
- 4.4. Стаканы или полиэтиленовые емкости (с крышками, если используется перемешивающее устройство) 50 см³, 100 см³ или 150 см³.
- 4.5. Стеклянные палочки для перемешивания в количестве, равном количеству образцов или перемешивающее устройство.
- 4.6. Термометр или датчик температуры (точность до 1 °С, соответствует типу С согласно ISO 1770: 1981). Требуется в случае отсутствия АТС в pH-метре.
- 4.7. Промывалки лабораторные с винтовой крышкой и распределительной трубкой (для деионизированной / дистиллированной воды, п. 5,1)

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 6 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

5. Реактивы

Используйте реактивы признанной аналитической чистоты. В зависимости от потребности выберите метод измерений pH почвы, используя деионизированную / дистиллированную воду (5,1) (метод 1), раствор хлорида калия (5,2) (метод 2) или раствора хлорида кальция (5,3) (метод 3).

- 5.1. Деионизированная вода / дистиллированная вода, должна иметь удельную электропроводность не выше 0,2 мСм/м при 25 °C и pH выше 5,6 (или вода класса 2 или вода типа II согласно ISO 3696 и ASTM D1193-06 соответственно).
- 5.2. Раствор хлорида калия (KCl) 1,0 M.
Растворите 74,55 г хлорида калия (KCl) примерно в 800 см³ воды (5,1) и доведите до 1000 см³.
- 5.3. Раствор хлорида кальция (CaCl₂) 0,01 M.
Растворите 1,47 г дигидрата хлорида кальция (CaCl₂·2H₂O) или 1,11 г хлорида кальция (безводного) примерно в 800 см³ воды (5,1) с последующим доведением до 1000 см³. Раствор можно хранить несколько месяцев в холодильнике в закрытой стеклянной таре.
- 5.4. Стандартные буферные растворы с pH 4,0, 7,0 и 10,0 или стандартные буферные растворы с известным pH, приготовленные в деионизированной / дистиллированной воде (5,1) (см. Приложение I).

С буферными растворами следует обращаться аккуратно в соответствии с требованиями надлежащей лабораторной практики. Растворы рекомендуется хранить в пластиковых ёмкостях / контейнерах. Срок хранения не должен превышать 6 месяцев. Следует учитывать, что буферный раствор с pH 10 особенно чувствителен к CO₂ атмосферы. Не рекомендуется возвращать буферные растворы в исходную ёмкость.

6. Охрана труда и техника безопасности

При выполнении данного анализа необходимо надевать защитные очки, перчатки и лабораторный халат. На протяжении всей процедуры измерения следует учитывать, что работа может проводиться с потенциально опасными образцами почв. Информацию об опасных свойствах любых химикатов или реагентов, используемых в этом анализе, см. в специальном паспорте безопасности материала (MSDS).

Не смотря на то, что буферные растворы не содержат опасных материалов, высокая кислотность или щелочность может вызвать сухость кожи и трещины при попадании на открытые участки. Попадание растворов в глаза может привести к их покраснению или отеку. Рекомендуется ношение масок, особенно во время подготовки образцов, а также при утилизации образцов и при очистке рабочего места.

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНА по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 7 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

7. Подготовка образцов почвы к анализу

Образцы почвы необходимо высушить на воздухе (или в сушильном шкафу при температуре не выше 40 °C), растереть, пропустив через сито 2 мм (№ 10).

8. Измерение pH

8.1. Градуировка pH-метра

- 8.1.1. Прогрейте pH-метр (в большинстве случаев достаточно 15 – 20 минут).
- 8.1.2. Откалибруйте pH-метр в соответствии с инструкциями производителя.
- 8.1.3. Перелейте буферные растворы в химические стаканы, обозначенные соответствующим образом: буферный раствор 4,0, 7,0 и 10,0.
- 8.1.4. Вставьте электрод / электроды, термокомпенсатор (в случае его использования) в стакан, соответствующий pH 7,0. Если необходимо, отрегулируйте показания до точного значения измеренного буферного раствора.
- 8.1.5. Промойте электрод / электроды, термокомпенсатор водой (5.1) и аккуратно просушите фильтровальной бумагой.
- 8.1.6. Выполните процедуры аналогичным образом с растворами с pH 4,0 или 10,0 (в зависимости от ожидаемого значения pH образца). Поскольку измерение pH должно быть проверено, по крайней мере, по двум буферным растворам, значение pH одного из них должно быть нейтральным (7,0), другого – выбрано на основе ожидаемого диапазона значений pH образцов почв.

При градуировке прибора считывается фактическая температура буферного раствора и раствора с данным значением pH. Присваивается значение pH согласно запрограммированной в память прибора таблице «pH – температура». В отсутствии режима АТС настоятельно рекомендуется довести температуру буферных растворов и образцов до близких значений и вручную установить температуру на pH-метре. Как правило, допустимым является наклон от 95 – 105 % и смещением от 0 до 30 мВ (рисунок 1). При выполнении данных условий прибор готов к анализу образцов почв. Градуировку следует проверять с помощью буферного раствора с pH 6.86 (см. Приложение I).

Внимание!

- а. Если pH-метр не работает должным образом, убедитесь, что все электрические соединения надежны, а электрод не имеет трещин, царапин и засорений. Для

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 8 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

проверки работы электрода, измерьте значения pH в двух буферных растворах.

б. Поскольку на измерения pH влияет температура, то температура анализируемых буферных растворов и суспензий почв должна быть одинаковой и в идеале должна оставаться постоянной во время градуировки прибора и измерений.

в. Восстановление работы электрода. Очистку электрода можно провести его погружением на 10 – 30 секунд в пластиковый стакан, содержащий 20 % раствор фторида аммония, затем тщательно промывая водой (5.1). Подобную процедуру не следует повторять регулярно в виду его хрупкости (Thomas, 1996).

г. При использовании комбинированных электродов убедитесь, что электрод должным образом заполнен в соответствии с инструкцией производителя. Крышка заполнения электрода должна быть открыта во время выполнения анализа.

д. Следует выполнять инструкции производителя по краткосрочному и долгосрочному хранению электрода, приведенные в руководстве по эксплуатации.

е. Использование электрода в качестве палочки для перемешивания считается не допустимым.

ж. Трение электрода тканью может вызвать накопление статического электричества или повреждение поверхности электрода. Для удаления жидкость из ёмкости электрода необходимо промокнуть фильтровальной бумагой или осторожно встряхнуть электрод для удаления избыточной влаги.

з. При использовании pH-метра с автономным питанием замените батарею, если загорелся индикатор низкого заряда батареи.

8.2. Метод А: измерение pH_{H2O}

8.2.1. Взвешивают 10,0 г образца почвы в стаканы на 50 или 100 см³ или полиэтиленовые ёмкости (4,4) и добавляют 25 см³ деионизированной / дистиллированной воды ($m : V = 1 : 2,5$)

8.2.2. Тщательно встряхивают суспензию в течение 60 мин. Если используется встряхивающее устройство (4,5), то полиэтиленовые ёмкости (4,4) закрывают. При использовании стеклянных палочек (4,5), осторожно перемешивают суспензию до полной гомогенизации.

8.2.3. Дают смеси отстояться 60 мин. Повторно перемешивают суспензию палочкой для перемешивания или мешалкой (4,5) в течение 10 секунд перед измерением pH.

8.2.4. Помещают электрод в частично осажденную суспензию для уменьшения суспензионного эффекта. Измеряют pH надосадочной жидкости при 25 °C. Записывают результаты с точностью до второго знака после запятой в момент

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 9 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

стабилизации показаний прибора.

В почвах с очень высоким содержанием органического вещества (например, торф) используют отношение массы m к объему V , равное 1 : 5 или 1 : 10 для получения пригодных для обработки суспензий (Blakemore et al., 1987).

8.3. Метод В: измерение pH_{KCl}

- 8.3.1. Взвешивают 10,0 г образца почвы в полиэтиленовые ёмкости объемом 100 или 150 см³ (4,4), добавляют 50 см³ раствора хлорида калия (5,2) ($m : V = 1 : 5$).
- 8.3.2. Тщательно встряхивают суспензию в течение 60 мин. Если используется встряхивающее устройство (4,5), то полиэтиленовые ёмкости (4,4) закрывают. При использовании стеклянных палочек (4,5), осторожно перемешивают суспензию до полной гомогенизации.
- 8.3.3. Дают смеси отстояться 60 мин. Повторно перемешивают суспензию палочкой для перемешивания или мешалкой (4,5) в течение 10 секунд перед измерением pH.
- 8.3.4. Помещают электрод в частично осажденную суспензию для уменьшения суспензионного эффекта. Измеряют pH надосадочной жидкости при 25 °C. Записывают результаты с точностью до второго знака после запятой в момент стабилизации показаний прибора.

8.4. Метод С: измерение pH_{CaCl_2}

- 8.4.1. Взвешивают 10,0 г образца почвы в полиэтиленовые ёмкости на 100 или 150 см³ (4,4), добавляют 50 см³ раствора хлорида кальция (5.,3) ($m : V = 1 : 5$).
- 8.4.2. Тщательно встряхивают суспензию в течение 60 мин. Если используется встряхивающее устройство (4,5), то полиэтиленовые ёмкости (4,4) закрывают. При использовании стеклянных палочек (4,5), осторожно перемешивают суспензию до полной гомогенизации.
- 8.4.3. Дают смеси отстояться 60 мин. Повторно перемешивают суспензию палочкой для перемешивания или мешалкой (4,5) в течение 10 секунд перед измерением pH.
- 8.4.4. Помещают электрод в частично осажденную суспензию для уменьшения суспензионного эффекта. Измеряют pH надосадочной жидкости при 25 °C. Записывают результаты с точностью до второго знака после запятой в момент стабилизации показаний прибора.

Внимание!

- а. Между измерениями электрод следует промыть деионизированной / дистиллированной водой (5,1) и просушить фильтровальной бумагой.

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 10 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

б. Водная среда, используемая для приготовления суспензии, и используемое соотношение ($m : V$) всегда должны указываться в лабораторном журнале.

в. В образцах почв с существенным содержанием карбонатов и органических веществ равновесные значения pH достигаются медленно, поэтому их следует выдерживать более длительное время, прежде чем приступать к считыванию результатов.

г. Если образцы перемешиваются вручную, требуется количество стеклянных палочек, равное количеству анализируемых образцов.

9. Расчеты

Измерение pH почвы не предполагает расчетов, поскольку значения считываются непосредственно с прибора.

Отчет об испытаниях должен включать:

- ссылку на данную пропись методики;
- уточнение, какой реагент использовался для приготовления суспензии (дистиллированная вода или раствор KCl, CaCl₂);
- результат измерения pH записывается с точностью до первого десятичного знака.

10. Контроль качества и стабильности результатов измерений

10.1. Контроль точности измерений

10.1.1. Рекомендуется участие в программе МСИ не реже одного раза в год. Z-оценка МСИ должна быть менее 2. При невыполнении данного условия контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении условия выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

10.1.2. Рекомендуется использование сертифицированных контрольных образцов. Выполняют анализ контрольных образцов (если возможно). Определяют среднее значение и стандартное отклонение, используя серию повторных тестов. Сравнивают измеренные значения pH с аттестованным значением. Результат считается удовлетворительным, если он находится в пределах 95 % заявленного доверительного интервала.

10.2. Контроль внутрилабораторной прецизионности

Выполняют повторный анализ каждого 10 – 20-го образца в каждой тестовой партии. Повторяющиеся результаты должны находиться в пределах 0,1 единицы pH (Rayment and Lyons, 2011).

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 11 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

10.3 Контроль стабильности результатов измерений с использованием контрольных карт

В анализируемую партию образцов необходимо включить как минимум один контрольный образец или внутренний стандарт. По результатам измерений строят контрольную карту. Если результат измерений попадает в область $\pm 2sd$, результат признается удовлетворительным. В противном случае необходимо установить причины несоответствия отклонения (Van Reeuwijk & Houba 1998; ISO 7870-2: 2013).

11. Список литературы

AOAC. 1998. *AOAC Peer Verified Methods Program. Manual on Policies and Procedures.* AOAC International Gathersburg, MD, USA. 35 pp

ASTM D1193–06: *Standard specification for reagent water.* ASTM International, West Conshohocken, PA. 2006

ASTM. D4972-19. *Standard Test Method for pH of Soils.* ASTM International, West Conshohocken, PA. 2019

Blakemore, L.C., Searle, P.L. & Daly, B.K. 1987. *Methods for Chemical Analysis of Soils.* NZ Soil Bureau Scientific Report 80. Department of Scientific and Industrial Research. Lower Hutt, New Zealand.

ISO 1770:1981. *Solid-stem general purpose thermometers.* 1981

ISO 3696:1987. *Water for analytical laboratory use – Specification and test methods.* 1987

ISO 7870-2:2013. *Control charts — Part 2: Shewhart control charts.* 2013

ISO 10390:2005. *Soil quality – Determination of pH.* 2005

Peech, M. 1965. Hydrogen - Ion Activity, In C.A. Black (Ed). 1965. *Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties, No 9 Agronomy.* American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA. pp. 914 - 926.

Rayment, G.E. & Lyons, D.J. 2011. *Soil Chemical Methods – Australasia.* 495+20 pp. CSIRO Publishing, Melbourne.

Thomas, G.W. 1996. Soil pH and Soil Acidity. In D.L. Sparks *et al.* (Eds), *Methods of Soil Analysis: Part 3, Chemical Methods.* Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA: pp. 475 – 490. *SSSA Book Series 5.*

Van Reeuwijk LP and V.J.G. Houba VJG, 1998. Guidelines for Quality Management in Soil and

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНА по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 12 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

Plant Laboratories. Chapter 8 Internal Quality Control of Data. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
<http://www.fao.org/3/w7295e/w7295e0a.htm#8> internal quality control of data

12. Приложение I – Приготовление буферных растворов pH

Имеющиеся в продаже буферные растворы подходят для использования в качестве градуировочных стандартов. В качестве альтернативы они могут быть приготовлены в лаборатории (Rayment and Lyons, 2011; ASTM, 4972-19):

1. Буферный раствор, pH 4.00 при температуре от 15 до 30 °C.
 Сухой гидрофталат калия ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) в течение 2 ч сушат при 110 °C, остужают в эксикаторе, растворяют 10,12 г $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ в воде (5,1) и доводят до 1000 см³. В качестве консерванта добавляют 1.0 см³ хлороформа или кристалл (диаметром около 10 мм) тимола на 1 дм³ буферного раствора.
2. Буферный раствор, pH 6.86 при 25 °C.
 Сушат KH_2PO_4 и Na_2HPO_4 в течение 2 ч при 110 – 130 °C, остужают в эксикаторе, растворяют 3,387 г KH_2PO_4 и 3,533 г Na_2HPO_4 в воде (5,1) и разбавляют до 1000 см³. В качестве консерванта добавляют 1.0 см³ хлороформа или кристалл (диаметром около 10 мм) тимола на 1 дм³ буферного раствора. Этот раствор имеет pH 6,90 при 15 °C, pH 6,88 при 20 °C и 6,85 при 30 °C.
3. Буферный раствор, pH 7,0 при 25 °C.
 Для приготовления используют предварительно готовый стандарт-титр. Альтернативное приготовление – растворяют 2721 г KH_2PO_4 и 3.904 г Na_2HPO_4 (предварительно высушенных при 130 °C в течение 2 ч) в воде (5,1) и разбавляют до 1000 см³. В качестве консерванта добавляют 1.0 см³ хлороформа или кристалл (диаметром около 10 мм) тимола на 1 дм³ буферного раствора. Этот раствор имеет pH 7.05 при 15 °C, pH 7,02 при 20 °C и 6,99 при 30 °C.
4. Буферный раствор, pH 10.00 при 30 °C.
 Сушат NaHCO_3 и Na_2CO_3 в течение 2 ч при 130 °C, остужают в эксикаторе. Растворяют 2,10 г NaHCO_3 и 2,65 г Na_2CO_3 в воде (5,1) и разбавляют до 1000 см³. Этот раствор имеет pH 10,12 при 15 °C, pH 10,06 при 20 °C и 9,96 при 30 °C.

Буферные растворы хранят в закрытой стеклянной или полиэтиленовой ёмкости без доступа CO_2 и каких-либо загрязнений не более одного месяца.

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 13 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

13. Приложение II – Благодарности

ГЛОСОЛАН выражает благодарность председателю сети ГЛОСОЛАН Нопмани Суваннанг (**Таиланд**) за руководство гармонизацией данного СОП, а также членам рабочей группы, которые выступали в качестве руководителей на территории своих регионов и способствовали написанию этого СОПа: Санджай Сривастава (**Индия**), Марии Кристине Суарес Марта (**Доминиканская Республика**), Робу де Хайру (**Австралия**), Лаурису Лейтансу (**Латвия**), Елене Шамриковой (**Российская Федерация**) и Такесуре Тендайи (**Зимбабве**).

ГЛОСОЛАН благодарит экспертов Группы по обзору и рецензированию методики, а также все лаборатории, внесшие вклад в согласование этого метода, экспертов, участвовавших в техническом рассмотрении методики, а также Кристофера Ли (Лаборатория почвенных исследований Чарльза Э. Келлога, Министерство сельского хозяйства США-NRCS-NSSC, (**США**)) за техническую корректуру документа.

14. Приложение III – Список авторов

Ведущий автор:

- Нопмани Суваннанг, председатель сети ГЛОСОЛАН. Управление землеустройства Министерства сельского хозяйства и кооперативов (**Таиланд**).

Основные авторы (в алфавитном порядке):

- Елена Шамрикова, Экоаналитическая лаборатория Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (**Российская Федерация**)
- Лаурис Лейтанс, Государственная Служба защиты Растений, Агрохимический Отдел, Агрохимическая Лаборатория (**Латвия**)
- Мария Кристина Суарес Март, Почвенная лаборатория / LABOAGRO UASD (**Доминиканская Республика**)
- Роб де Хайр, Департамент окружающей среды и науки, научный отдел, химический центр (**Австралия**)
- Санджай Шривастава, ICAR - Индийский институт почвоведения, Бхопал (**Индия**)
- Такесуре Тендайи, Факультет почвоведения и окружающей среды, Университет Зимбабве (**Зимбабве**).

Члены экспертной комиссии (в алфавитном порядке):

- Кристофер Ли, Лаборатория почвенных исследований Келлога, Министерство сельского хозяйства США-NRCS-NSSC (**Соединенные Штаты Америки**)
- Мириам Мейбл Остинелли, Лаборатория почвенного Института CIRN-CNIA-INTA (**Аргентина**)
- Нопмани Суваннанг, председатель ГЛОСОЛАН (**Таиланд**)
- Ракель Мано, Лаборатория агрохимии Ребело да Силва / Химическая лаборатория сельского хозяйства Ребело да Силва (INIAV/SAFSV/LQARS),

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Таиланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 14 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

Португальский национальный институт аграрных и ветеринарных исследований / Национальный исследовательский институт сельского хозяйства и ветеринарии, I. Р (Португалия)

- Санджай Шривастава, ICAR - Индийский институт почвоведения, Бхопал (**Индия**)
- Такесуре Тендайи, Факультет почвоведения и окружающей среды, Университет Зимбабве (**Зимбабве**).

15. Приложение IV – Участвующие лаборатории

GLOSOLAN благодарит лаборатории за предоставление информации о стандартных рабочих процедурах по измерению pH почвы. Эти сведения использовались в качестве основы для глобального согласования.

Из Азиатского региона:

- Бангладешский Институт развития почвенных ресурсов (**Бангладеш**)
- Аналитическая лаборатория почв и растений (**Бутан**)
- Королевский сельскохозяйственный университет (**Камбоджа**)
- ICAR - Индийский институт почвоведения (**Индия**)
- Международный научно-исследовательский институт сельскохозяйственных культур полувсасушливых тропиков (ICRISAT) (**Индия**)
- Индонезийский институт почвенных исследований (**Индонезия**)
- Институт агроэкологических наук, NARO (NIAES) (**Япония**)
- Департамент управления сельскохозяйственными землями (**Лаосская Народно-Демократическая Республика**)
- Монгольский университет естественных наук (**Монголия**)
- Департамент сельскохозяйственных исследований (**Мьянма**)
- Отдел почвоведения, NARC (**Непал**)
- Компания по производству удобрений Fauji (**Пакистан**)
- Региональная лаборатория почв, Отдел комплексных лабораторий, Департамент сельского хозяйства, Региональное отделение номер 3 (**Филиппины**)
- Институт исследований и развития садовых культур, Министерство сельского хозяйства (**Шри-Ланка**)
- Управление науки по землеустройству, Отдел землеустройства (**Таиланд**)
- Лаборатория почвоведения, Кафедра растениеводства и почвоведения, сельскохозяйственный факультет, Университет Чиангмая (**Таиланд**)
- Кафедра почвоведения, сельскохозяйственный факультет, Университет Касетсарт, кампус Kamphaeng Sean (**Таиланд**)
- Научно-исследовательский институт почв и удобрений (**Вьетнам**)

Из Тихоокеанского региона:

- Департамент окружающей среды и науки, Научный отдел, Химический центр (**Австралия**)
- Химическая лаборатория сельского хозяйства Фиджи (**Фиджи**)
- Научно - исследовательский институт сахара Фиджи (**Фиджи**)
- Лаборатория аналитических исследований Nouméa (**Новая Каледония**)

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Таиланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 15 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

- Южнотихоокеанский университет, кампус Aalfua (**Самоа**)

Из региона Ближнего Востока и Северной Африки:

- Управление благосостояния растений, Министерство труда, инфраструктуры и городского планирования (**Бахрейн**)
- Лаборатория экологического и сельскохозяйственного консалтинга KIMIA AB (**Иран Исламская Республика**)
- Институт почв и водных ресурсов (**Иран Исламская Республика**)
- Министерство науки и технологий, Управление сельскохозяйственных исследований, Центр почвенных и водных ресурсов (**Ирак**)
- Национальный центр сельскохозяйственных исследований (**Иордания**)
- Кувейтский институт научных исследований (**Кувейт**)
- Институт сельскохозяйственных исследований (**Ливан**)
- Центр исследования земельных и водных ресурсов (**Судан**)
- Генеральная комиссия по научным сельскохозяйственным исследованиям (**Сирийская Арабская Республика**)

Из Африканского региона:

- Департамент сельскохозяйственных исследований (**Ботсвана**)
- Институт сельскохозяйственных исследований в целях развития (**Камерун**)
- Национальный институт исследований в области агрономии (INERA) (**Демократическая Республика Конго**)
- Научно-исследовательский институт агрономии и лесного хозяйства - Подразделение Агрономии Женераль (**Габон**)
- Лаборатория аналитической службы - Центр Аккры (CSIR-SRI) (**Гана**)
- Лаборатория аналитических услуг Института почвенных исследований, CSIR - Институт почвенных исследований (**Гана**)
- Аналитическая лаборатория окружающей среды, CSIR-SARI (**Гана**)
- Национальная лаборатория анализа почв, удобрений, растений и воды, Национальная служба почв (**Гвинея**)
- Научно-исследовательский агрономический институт Гвинеи (IRAG) (**Гвинея-Бисау**)
- Кенийская организация сельскохозяйственных и животноводческих исследований (KALRO) (**Кения**)
- Лаборатория радиоизотопов (**Мадагаскар**)
- FES – Агролаборатория (**Малави**)
- Национальный научно-исследовательский агрономический институт Нигер (**Нигер**)
- Государственный комплекс лабораторий по исследованию почв, Кадуна (**Нигерия**)
- Лаборатория почв, воды, растений и удобрений, Тоголезский институт агрономических исследований (**Того**)
- Замбийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (**Замбия**)
- Университет Замбии (**Замбия**)
- Экспериментальная станция Ассоциации сахарной промышленности Зимбабве (**Зимбабве**)
- Организация «Удобрения, семена и зерно» (**Зимбабве**)

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 16 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

Из Европейского региона:

- Институт исследований в области управления земельными и водными ресурсами (BAW-IKT) **(Австрия)**
- Австрийский центр леса **(Австрия)**
- РЕКВАСУД **(Бельгия)**
- Институт лесных исследований – BAS **(Болгария)**
- Загребский университет, сельскохозяйственный факультет, кафедра общей агрономии **(Хорватия)**
- Загребский университет, факультет сельского хозяйства, факультет почвоведения **(Хорватия)**
- Центральный институт надзора и испытаний в сельском хозяйстве **(Чехия)**
- Орхусский университет, лаборатория АГРО **(Дания)**
- Институт природных ресурсов Финляндии **(Финляндия)**
- Лаборатория анализа почв, INRAE **(Франция)**
- Лаборатория почвенного мониторинга, Тюэнен - Институт **(Германия)**
- Некоммерческое ООО "Центр безопасности пищевых цепочек" **(Венгрия)**
- Аграрный факультет Средиземноморского университета **(Италия)**
- Латвийский государственный научно-исследовательский институт лесного хозяйства "Силава" **(Латвия)**
- Государственная служба защиты растений, Агрохимическая Лаборатория **(Латвия)**
- Лаборатория Золотого стандарта AgroCares (Care4Agro BV) **(Нидерланды)**
- Химико-биологическая лаборатория Бодем, Вагенингенский университет **(Нидерланды)**
- Университет "Святой Климент Охридский - Битольский научный институт табака-Прилеп" **(Северная Македония)**
- Лаборатория почв и плодородия, Высшая Школа сельского хозяйства Каштело Бранко (IPCB/ESACB) **(Португалия)**
- Компания "A2 Химического Анализа", Lda **(Португалия)**
- Лаборатория агрохимии Ребело да Силва / Химическая лаборатория сельского хозяйства Ребело да Силва (INIAV/SAFSV/LQARS), Португальский национальный институт аграрных и ветеринарных исследований / Национальный исследовательский институт сельского хозяйства и ветеринарии, I. P **(Португалия)**
- Национальный научно-исследовательский институт почвоведения, агрохимии и окружающей среды, Отдел физико-химического анализа **(Румыния)**
- Кметийский институт Словении / Сельскохозяйственный институт Словении **(Словения)**
- Экспериментальная станция Ротамстеда **(Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии)**

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНА по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 2021

Глобальная сеть почвенных лабораторий ГЛОСОЛАН	ГЛОСОЛАН-СОП-06	
Измерение pH почвы	Версия № : 01	Страница 17 из 17
	Дата вступления в силу : 11 февраля 2021	

Из Евразийского региона:

- Научно-исследовательский центр сельского хозяйства (**Грузия**)
- Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИБ Коми НЦ УрО РАН) (**Российская Федерация**)
- Лаборатория почв и удобрений, кафедра почвоведения и питания растений, Факультет сельского хозяйства, Университет Анкары (SOFREL-TR) (**Турция**)
- Лаборатория химических и биологических факторов (**Украина**)

Из Латинской Америки:

- Центр комплексных экологических исследований, инженерный факультет, Национальный университет Патагонии Сан-Хуан-Боско (**Аргентина**)
- Почвенный институт Камагуэй (**Куба**)
- Лаборатория почв и растений, Университет Консепсьон (**Чили**)
- Лаборатория химии почвы / LABOSUELOS-UASD (**Доминиканская Республика**)
- Агентство по регулированию и контролю фито- и зоосанитарии. АГРОКАЧЕСТВО (**Эквадор**)
- Почвенная лаборатория CENTA (**Сальвадор**)
- Колледж для аспирантов (LABFER-CPM) (**Мексика**)
- Лаборатория почвы и воды Команданте Фидель Кастро Рус (ИНТА-Никарагуа), Никарагуанский институт сельскохозяйственных технологий (ИНТА-Никарагуа) (**Никарагуа**)
- Почвенная лаборатория IDIAP (**Панама**)
- Почвенная лаборатория, Главное управление природных ресурсов, Министерство животноводства, сельского хозяйства и рыболовства (MGAP) (**Уругвай**)

Из Северной Америки:

- Лаборатория почвенных исследований Келлога, Министерство сельского хозяйства Соединенных Штатов, Служба охраны природных ресурсов (**Соединенные Штаты Америки**)

Этап экспертизы	Экспертиза	Дата принятия	Дата экспертизы
Техническая рабочая группа ГЛОСОЛАНа по утверждению методик измерений Руководство: Нопмани Суваннанг, Тайланд	Экспертная комиссия	11 февраля 2021	11 февраля 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®