



## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ГРУНТАХ: ВСЕГДА ЛИ НОВОЕ ЛУЧШЕ СТАРОГО?

Поступила в редакцию: 20.09.2025

Принята к публикации 19.10.2025

Опубликована 25.11.2025

**САМАРИН Е.Н.**

Профессор кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д. г.-м. н., г. Москва, Россия  
samarinen@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

Органическое вещество, присутствующее в грунтах, включает как органические остатки, частично сохранившие исходное строение, так и отдельные органические соединения специфической и неспецифической природы. В агромелиорации проводят полное фракционирование органического вещества, а для геотехнических целей существенное значение имеет лишь его общее содержание. Это важный классификационный признак, поэтому методике определения органического вещества в грунтах уделяется повышенное внимание. Однако если в почвоведении новые редакции ГОСТов остаются в рамках классических методов, признанных научным сообществом, то в инженерно-геологических изысканиях, а вслед за этим и в грунтоведении, наблюдается явная тенденция к упрощенным определениям, связанным главным образом с пиролизом органического вещества при различных температурах. Стоит ли удивляться, что вследствие таких манипуляций появляются новые литологические типы грунтов, например «болотный мергель».

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

органическое вещество; неразложившиеся растительные остатки; гумус; неспецифические органические соединения; сухое сжигание; метод И.В. Тюрина; модификации метода И.В. Тюрина; пиролиз органики при разных температурах.

### ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Самарин Е.Н. Методы определения содержания органических веществ в грунтах: всегда ли новое лучше старого? // Геоинфо. 2025. Т. 7. № 3. С. 28–34. DOI:10.58339/2949-0677-2025-7-3-28-34.

# METHODS FOR DETERMINING THE ORGANIC MATTER CONTENT IN SOILS: IS THE NEW ALWAYS BETTER THAN THE OLD?

Received: 20.09.2025

Accepted for publication 19.10.2025

Published 25.11.2025

**SAMARIN E.N.**

DSc, professor, Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia  
samarinen@mail.ru

## ABSTRACT

Organic matter present in soils includes both organic residues that have partially preserved their original structure and individual organic compounds of a specific and non-specific nature. In agricultural reclamation, complete fractionation of organic substances is carried out, whereas for geotechnical purposes, only the total organic content is essential. This is an important classification feature; therefore, the methodology for determining organic matter in soils is given increased attention. However, while in soil science the new editions of GOST standards remain within the framework of classical methods recognized by the scientific community, in engineering and geological surveys, and subsequently in soil science, there is a clear tendency to simplified definitions related mainly to pyrolysis of organics at different temperatures. Is it any wonder that as a result of such manipulations, new lithological types of soils such as "peaty marl" appear?

## KEYWORDS:

organic matter; undecomposed plant residues; humus; non-specific organic compounds; dry combustion; I.V. Tyurin's method; modifications of Tyurin's method; pyrolysis of organic matter at different temperatures.

## FOR CITATION:

Samarin E.N. *Metody opredeleniya soderzhaniya organicheskikh veshchestv v gruntakh: vseгда li novoe luchshe starogo? [Methods for determining the organic matter content in soils: is the new always better than the old?]* // *Geoinfo*. 2025. Т. 7. № 3. С. 28–34. DOI:10.58339/2949-0677-2025-7-3-28-34 (in Rus.).

## ВВЕДЕНИЕ

Состав органического вещества природного или искусственного происхождения резко различен. Если состав природного органического вещества обусловлен длительными преобразованиями первичных органических компонентов в процессе гумификации, то состав техногенного органического вещества чрезвычайно разнообразен [1].

Всю совокупность органических соединений, присутствующих в грунтах, называют органическим веществом грунтов. Это понятие включает как органические остатки (растений и животных), частично сохранившие исходное строение, так и отдельные органические соединения специфической и неспецифической природы. Органические остатки – это именно те компоненты, которые подвергаются первичному процессу гумификации, сущность которого заключается в формировании особых специфических гумусовых веществ [2]. В составе гумуса различают собственно гу-

миновые вещества, неспецифические соединения (вещества известного строения) и промежуточные продукты распада и гумификации – продукты частичного гидролиза, окисления, дегидроксилирования лигнина, белков, углеводов [2].

Неспецифические соединения включают хорошо известные в биохимии вещества индивидуального строения, поступающие из разлагающихся растительных и животных остатков. Частично неспецифические соединения могут образовываться и за счет разложения специфических гумусовых веществ, которые под влиянием ферментов могут отщеплять аминокислоты, моносахариды и другие соединения, переходящие в поровый раствор. Неспецифические соединения представлены такими веществами, как лигнин, флавоноиды (фенольные соединения), пигменты, липиды, целлюлоза, протеин, белки, аминокислоты, моносахариды, воска, жирные кислоты и др. Указанные соединения присутствуют в грунтах в свободном со-

стоянии или связаны с минеральными компонентами и легко усваиваются и разлагаются микроорганизмами [2].

Специфические гуминовые вещества объединяют несколько групп органических соединений:

- 1) гуминовые кислоты, растворимые только в щелочных растворах;
- 2) гиматомелановые кислоты, извлекаемые из сырого остатка (геля) гуминовых кислот этиловым спиртом;
- 3) фульвокислоты;
- 4) гумин – практически нерастворимое и не извлекаемое из природных тел и компостов органическое вещество.

Гумин, или «негидролизуемый остаток», в свою очередь, включает ряд групп веществ: гумусовые кислоты, прочно связанные с минеральной частью, декарбоксилированные гуминовые вещества, утратившие способность растворяться в щелочах, неспецифические и нерастворимые органические соединения, обломки хитинового покрова насекомых [2].

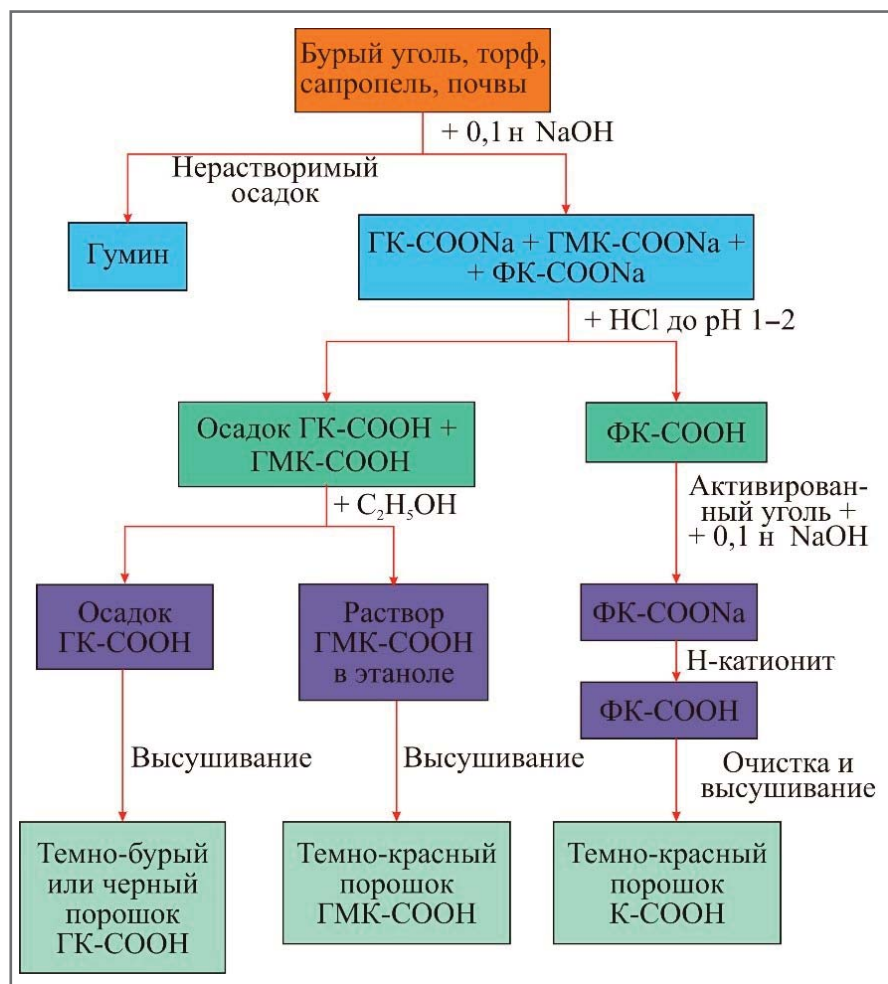


Рис. Схема выделения гуминовых веществ (по [3])

Исследование состава гуминовых веществ в грунтах проводится при их предварительном выделении, которое основано на последовательной обработке образцов грунтов раствором щелочи, а затем – осаждением кислотой гуминовых и гиматомелановых кислот при pH 1–2. Остающиеся в растворе фульвокислоты и неспецифические вещества выделяют адсорбцией и т.д. Осадки гуминовой и гиматомелановой кислот легко разделяются, поскольку последний растворим в этаноле. Чтобы в чистом виде получить фульвокислоты, кислый раствор пропускают через активированный уголь, промывают водой и ацетоном, затем снова растворяют адсорбированные кислоты раствором щелочи, пропускают через Н-катионит и высушивают (см. рисунок).

Фракционный анализ состава органического вещества играет важнейшую роль как в агрохимических исследованиях, с точки зрения повышения плодородия почв, так и в теоретическом почвоведении, составляя основу для понимания структуры соединений, объединяемых под общим названием «гу-

мус». В инженерной геологии и в инженерно-геологических изысканиях основное внимание уделяется валовому содержанию органического вещества в грунтах.

### КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

Суммарное содержание всех органических веществ в грунте оценивается величиной относительного содержания органического вещества ( $C_{орг}$ ), которое равно отношению массы органического вещества в образце абсолютно сухого грунта к массе грунта и измеряется в долях единицы или процентах. Согласно ГОСТ 23740-2016 [4] к органическому веществу относятся все органические соединения, входящие в состав грунта: растительные остатки, гумус, рассеянное органическое вещество и др.

По относительному содержанию органического вещества (степени заторфованности  $I_r$ ) глинистые грунты согласно таблице Б.20 ГОСТ 25100-2020

подразделяются на следующие разновидности [5]:

- глинистые грунты с примесью органического вещества (с примесью органических остатков) –  $0,05 < I_r \leq 0,10$ ;
- органоминеральные грунты:
  - ✓ с низким содержанием органического вещества (слабозаторфованные) –  $0,05 < I_r \leq 0,25$ ;
  - ✓ со средним содержанием органического вещества (среднезаторфованные) –  $0,05 < I_r \leq 0,40$ ;
  - ✓ с высоким содержанием органического вещества (сильнозаторфованные) –  $0,05 < I_r \leq 0,50$ .

Неразложившиеся растительные остатки выделяются из грунтов либо пинцетом вручную, либо методом отмучивания [4], после чего прямым взвешиванием определяется их масса.

Между тем при определении содержания гумуса возникают серьезные затруднения, связанные как с методическими особенностями различных способов, так и с общетеоретическими положениями о строении гумуса.

Как известно, наиболее точными методами определения органического углерода являются метод сухого сжигания Г.Г. Густафсона и метод мокрого сжигания И.В. Тюрина в классическом варианте или в модификации ЦИНАО (Центрального научно-исследовательского института агрохимического обслуживания сельского хозяйства) [6, 7].

Сущность метода Густафсона заключается в сжигании пробы грунта/почвы в кварцевой трубке в токе кислорода при температуре 900 °С и выше в присутствии оксида меди в качестве катализатора. Выделившийся  $CO_2$  улавливают и определяют либо весовым, либо объемным методом. Точность анализа не превышает 1% [7]. Метод закреплен в международном стандарте ISO 10694:1995 (Soil quality – Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis)) [8].

Сущность метода И.В. Тюрина состоит в окислении органического углерода смесью раствора бихромата калия (в избытке) и серной кислоты при кипячении в течение 5 минут (классический вариант метода) или при выдерживании в течение 30 минут в термостате при температуре 135 °С (модификация метода СПбГУ). Количество прореагировавшего углерода определяют спектрометрически по количеству образовавшегося в результате реакции трехвалентного хрома в варианте, предложенном Д.С. Орловым и Н.М. Гриндель в 1969 году (модификация метода ЦИНАО). В классическом ва-



рианте метода И.В. Тюрина предполагается количество непрореагировавшего бихромата калия устанавливать путем сравнения результатов титрования раствором соли Мора по фенилантралиновой кислоте в качестве индикатора холостой и анализируемой проб. Полнота окисления углерода составляет 85–90%. При использовании в качестве катализатора нитрата серебра можно повысить точность метода до 95% [7]. Метод закреплен в международном стандарте ISO 14235:1998 (Soil quality. Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation) [8].

Однако даже самые точные методы не всегда позволяют добиться лучших результатов. Самая большая неопределенность при использовании упомянутых методик возникает при пересчете содержания органического углерода на собственно органическое вещество. С этой целью величину массовой доли углерода органических соединений, выраженную в процентах, принято умножать на коэффициент, равный 1,724 [6, 7]. Этот коэффициент был рассчитан в 1864 году на основании имеющихся в то время сведений о содержании в гуминовой кислоте 58% углерода ( $100/58=1,724$ ). Такое же содержание углерода было принято и для гумуса почвы в целом. Однако в настоящее время установлено точно, что содержание углерода в гумусе разных типов почв неодинаково. Среднее содержание углерода колеблется от 54,5% (в гуминовых кислотах солонцов, солодей, горнолуговых и серых лесных почв) до 58,7% (в гуминовых кислотах торфяно-болотных почв и торфяников) [2, 3].

Оба метода – и метод Густафсона, и метод И.В. Тюрина – наряду с весовым методом определения неразложившихся растительных остатков вошли в ГОСТ 23740-1979 «Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ». Этот ГОСТ, введенный в действие 01.01.1980, на взгляд автора, наиболее полно отражал как уровень развития аналитической базы, так и требования практики.

Более поздняя редакция – ГОСТ 23740-2016 [4] – для определения органического вещества рекомендует метод прокаливания навески грунта до постоянной массы, причем в трех вариантах – при  $350\pm 10$  °C,  $450\pm 10$  °C и  $525\pm 25$  °C в зависимости от его возраста и генезиса.

Отметим, что для почв нормативная литература также эволюционировала, хотя и не такими семимильными шагами. Так, наиболее ранним документом

является ГОСТ 26213-84 «Почвы. Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО». Уже из названия очевидно, что в качестве основной методики для определения гумуса в почвах предлагается фотометрическое окончание мокрого сжигания органического углерода.

В более поздней редакции – ГОСТ 26213-1991 «Почвы. Методы определения органического вещества» – присутствует метод И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (спектрометрическое окончание опыта) и гравиметрический метод определения массовой доли органического вещества в торфяных и оторфованных горизонтах почв, который основан на определении потери массы после прокаливания пробы при температуре  $525\pm 25$  °C в течение 3 часов (согласно ГОСТ 27784-88). Последняя редакция документа – ГОСТ 26213-2021 «Почвы. Методы определения органического вещества» – изменений не претерпела [9]. То есть пиролиз предполагается использовать только для почв с высоким содержанием органики.

В морской геологии описаны две методики, представляющие собой некоторые вариации метода Густафсона в части удаления карбонатов [10, 11], правда под собственными именами авторов статей. Эти исследования нашли продолжение в виде патента Л.П. Пономаревой с соавторами (1992), в котором предложено определять органический углерод пиролизом при  $480\text{--}520$  °C в токе кислорода, с оксидом кобальта (II,III)  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (в соотношении с пробой 0,5–1,0) в качестве катализатора [12], что, по-сушеству, было ранее предложено Н.П. Бетелевым [13–16] и закреплено в отраслевой методике НИИОСП им. Н.М. Герсееванова [17]. Более того, Н.П. Бетелев сначала предлагал сжигание пробы в токе кислорода [13–15], несколько позднее – в токе воздуха [16].

Многочисленные исследования были выполнены в Санкт-Петербургском государственном университете под руководством Д.Ю. Здобина [18–20] с целью обоснования возможности определения содержания органических веществ методом прокаливания навески грунта до постоянной массы по аналогии с действующими регламентами США, Великобритании, Франции и Швеции [8]:

- ASTM 2974-20. Standard test method for determination the water (moisture) content, ash content, and organic material of peat and other organic soils;
- BS 1377-3:1990. Methods of test for soil for civil engineering purposes – Part 3:

Chemical and electrochemical tests; Clause 4 – Determination of the mass loss on ignition or an equivalent method;

- XP P94-047:1998. Sols: Reconnaissance et Essais – Determination de la teneur ponderale en matiere organique – Methode par calcination;
- XP P94-047:1998. Sols: Reconnaissance et Essais – Determination de la teneur ponderale en matiere organique – Methode par calcination;
- SS 0271 05:1990. Geotechnical tests – Organic content – Ignition loss method.

В отечественной практике метод прокаливания для определения содержания органического вещества кроме упомянутого ранее ГОСТ 26213-2021 [9] закреплен также в следующих стандартах:

- ГОСТ 27784-88 (действующий). Почвы. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв. М.: Издательство стандартов, 1988. 4 с. [21];
- ГОСТ 27753.10-88 (действующий). Грунты тепличные. Метод определения органического вещества. М.: Изд-во стандартов, 1988. 4 с. [22].
- ГОСТ 11306-2013 (действующий). Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности. М.: Стандартинформ, 2019. 5 с. [23].

Собственно, именно благодаря результатам работ Д.Ю. Здобина с соавторами стало возможным утверждение новой редакции ГОСТ 23740-2016 [4], упомянутой ранее. Согласно действующей редакции нормативного документа, содержание гумуса и рассеянного органического вещества определяется методом прокаливания до постоянной массы навески грунта, из которой предвременно удалены водорастворимые соли и карбонаты. При этом для голоценовых аквальных грунтов (органоминеральных и связанных дисперсных минеральных) рекомендуется проводить прокаливание при  $350\pm 10$  °C, для связанных и несвязанных дисперсных минеральных грунтов, по возрасту не относящихся к голоценовым – при  $450\pm 10$  °C, для органоминеральных грунтов – при  $525\pm 25$  °C [4].

Справедливости ради следует отметить, что возможность использования пиролиза при указанных температурах для определения содержания органического вещества доказывалась авторами путем сравнения результатов со значениями, полученными методом мокрого сжигания И.В. Тюрина. К сожалению, при этом стандартные оценки методики – правильность, сходимость и вос-

производительность, получаемые на основе анализа стандартных образцов с известным содержанием органического углерода – авторами не рассматривались и остались за рамками анализа.

В озерно-болотных водоемах при определенных условиях – в местах разгрузки карбонатных вод – формируются специфические отложения (называемые карбонатсодержащим сапропелем), для которых характерно высокое содержание  $\text{CaCO}_3$  [24]. При содержании карбонатов более 25% такой сапропель в практике инженерно-геологических изысканий с определенного момента получил некорректное название «болотный мергель» [25, 26], которое было внесено в стандарт предприятия и в течение долгого времени использовалось одним из ведущих геологических предприятий города Москвы. Содержание органического вещества для таких грунтов также предлагалось определять пиролизом декарбонатизированных образцов при температуре  $525 \pm 25^\circ\text{C}$  [28]. Отдельно отметим, что согласно классификации, приведенной в ГОСТ Р 54000-2010 [27], при массовой доле  $\text{CaO}$  на сухое вещество, равной не менее 10%, сапропель называется органоизвестковым,

а при содержании  $\text{CaO}$  не менее 20% – известковым (содержание карбонатов – 17,85 и 35,7% соответственно), а содержание органического углерода предлагается определять по методу И.В. Тюрина и пиролизом при  $525 \pm 25^\circ\text{C}$  [27].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, краткий обзор методической литературы, относящейся к определению органического вещества в почвах или грунтах позволяет сделать вполне определенный вывод: для почв содержание ГОСТа за последние 40 лет не изменялось, тогда как в практике инженерных изысканий очевидна тенденция к постоянному упрощению, что в итоге привело к утверждению пиролиза как единственного метода для определения органического углерода. Хорошо это или плохо?

С одной стороны, методика пиролиза многократно повышает скорость определения. Кроме того, лабораторное оборудование при пиролизе сводится к наличию муфельной печи и аналитических весов, что особенно важно для лабораторий, оборудованных на судах, принимающих участие в морских инженерных изысканиях. Собственно, вся эта эпопея

с упрощением методики определения содержания органических веществ и затевалась в конечном счете для упрощения изысканий в морских акваториях.

С другой стороны, конечно, ни о каком научном обосновании при таком подходе речи быть не может в принципе, поскольку точность метода определялась преимущественно по корреляционным зависимостям. Совершенно очевидно, что потеря массы образцом при прокаливании будет связана не только с окислением органического углерода, но и с потерей воды различными типоморфными соединениями, находящимися в полукolloидном состоянии. И чем меньше содержание органики в пробе, тем больше будет относительная ошибка определения. Недаром все имеющиеся стандарты, рекомендуемые пиролиз – ГОСТ 27784-88 [21], ГОСТ 27753.10-88 [22], ГОСТ 11306-2013 [23] – относятся к почвам с высоким содержанием органических веществ. Применительно к инженерно-геологическим изысканиям правильнее было бы говорить о соответствии величины потери при прокаливании определенному содержанию органического углерода. **и**

## Список литературы ►

1. Грунтоведение / под ред. В.Т. Трофимова (6-е изд., перераб. и дополн.). М.: МГУ, 2005. 1024 с.
2. Орлов Д.С., Садовников Л.К., Суханова Н.И. Химия почв: учебник. М.: Высшая школа, 2005. 558 с.
3. Орлов Д.С. Гуминовые вещества в литосфере // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 2. С. 56–63.
4. ГОСТ 23740-2016. Грунты. Методы определения содержания органических веществ. М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.
5. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Общая классификация. М.: Стандартинформ, 2020. 38 с.
6. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв (2-е изд., перераб. и дополн.). М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
7. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
8. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам: справочник. М.: Изд-во «Протектор», 2001. 304 с.
9. ГОСТ 26213-2021. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 8 с.
10. Горбатенко С.А., Токарчук Т.Н. Методика экспрессного определения  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{C}$  органического в морских осадках // Современные методы морских геологических исследований: материалы Всесоюзного совещания (отв. ред. А.П. Лисицын). Том 2. М.: Изд-во Института океанологии, 1987. С. 63.
11. Люцарев С.В. Романкевич Е.А. Органическое вещество донных осадков // Нефтегазогенетические исследования в Индийском океане (отв. ред. А.А. Геодекян и др.). М.: Из-во Ин-та океанологии АН СССР, 1982. С. 84–88.
12. Пономарева Л.П., Ткаченко Г.Г., Кротова Л.В. SU1733951A1. Способ определения органического углерода в морских донных осадках: патент на изобретение. Опубликовано 15.05.1992.
13. Бетелев Н.П., Кулачкин Б.И. Методы определения содержания органических веществ в грунтах // Инженерная геология. 1990. № 4. С. 91–100.
14. Бетелев Н.П. Новый метод определения содержания органического вещества в грунтах и горных породах // Инженерная геология. 1979. № 2. С. 105–109.
15. Бетелев Н.П. Определение содержания органического углерода в илах и горных породах прокаливанием проб в токе кислорода без предварительного удаления карбонатов // Литология и полезные ископаемые. 1981. № 5. С. 152–159.
16. Бетелев Н.П. Усовершенствование метода определения органического углерода сухим сжиганием // Геоэкология. 1994. № 3. С. 104–108.

17. Рекомендации по определению органических веществ в грунтах и горных породах сухим сжиганием без предварительного удаления карбонатов. М.: Изд-во НИИОСП, 1990. 32 с.
18. Здобин Д.Ю., Абакумов Е.В., Шешукова А.В., Зуев В.С. Характеристика органического вещества прибрежно-морских грунтов Кандалякшского залива Белого моря // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. 2007. Выпуск 3. С. 37–43.
19. Здобин Д.Ю., Бахматова К.А., Матинян Н.Н., Свертилов А.А., Гостинцева Е.В., Семенова Л.К., Соколова Ю.Ю. Новый метод определения содержания органического вещества в грунтах // Грунтоведение. 2014. № 2. С. 14–25.
20. Здобин Д.Ю., Бахматова К.А., Матинян Н.Н., Свертилов А.А., Гостинцева Е.В., Семенова Л.К., Соколова Ю.Ю. Методы лабораторного определения содержания органических веществ в грунтах // Инженерная геология. 2015. № 1. С. 26–36.
21. ГОСТ 27784-88. Почвы. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв. М.: Изд-во стандартов, 1988. 5 с.
22. ГОСТ 27753.10-88 (действующий). Грунты тепличные. Метод определения органического вещества. М.: Изд-во стандартов, 1988. 4 с.
23. ГОСТ 11306-2013 (действующий). Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности. М.: Стандартинформ, 2019. 5 с.
24. Санько А.Ф., Ярцев В.И., Дубман А.В. Генетические типы и фации четвертичных отложений Беларуси. Минск, 2012. 311 с.
25. Методические указания по инженерно-геологическому обследованию болот при изысканиях автомобильных и железных дорог. М.: СоюздорНИИ, 1973. 111 с.
26. Методические указания по проектированию земляного полотна на слабых грунтах. М.: Оргтрансстрой, 1968. 197 с.
27. ГОСТ Р 54000-201. Удобрения органические. Сапропели. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2011. 12 с.
28. Бирюков Н.С., Казарновский В.Д., Мотылев Ю.Л. Методическое пособие по определению физико-механических свойств грунтов. М.: Недра, 1975. 177 с.

## References ►

1. Gruntovedenie [Soil Science] / pod red. V.T. Trofimova (6-e izd., pererab. i dopoln.). M.: MGU, 2005. 1024 s. (in Rus.).
2. Orlov D.S., Sadovnikov L.K., Sukhanova N.I. Khimiya pochv: uchebnik [Soil Chemistry: textbook.]. M.: Vysshaya shkola, 2005. 558 s. (in Rus.).
3. Orlov D.S. Guminovye veshchestva v litosfere [Humic substances in the lithosphere] // Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal. 1997. № 2. S. 56–63 (in Rus.).
4. GOST 23740-2016. Grunty. Metody opredeleniya soderzhaniya organicheskikh veshchestv [Soils. Methods for determining organic matter content]. M.: Standartinform, 2019. 8 s. (in Rus.).
5. GOST 25100-2020. Grunty. Obshchaya klassifikatsiya [Soils. General classification]. M.: Standartinform, 2020. 38 s. (in Rus.).
6. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv (2-e izd., pererab. i dopoln.) [Guide to chemical analysis of soils (2nd edition, revised and supplemented)]. M.: Izd-vo MGU, 1970. 487 s. (in Rus.).
7. Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv [Theory and practice of chemical analysis of soils] / pod red. L.A. Vorob'evoi. M.: GEOS, 2006. 400 s. (in Rus.).
8. Fomin G.S., Fomin A.G. Pochva. Kontrol' kachestva i ehkologicheskoi bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam: spravochnik [Quality control and environmental safety according to international standards: handbook.]. M.: Izd-vo «Protektor», 2001. 304 s. (in Rus.).
9. GOST 26213-2021. Pochvy. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva [Soils. Methods for determining organic matter]. M.: Rossiiskii institut standartizatsii, 2021. 8 s. (in Rus.).
10. Gorbatenko S.A., Tokarchuk T.N. Metodika ehkspressnogo opredeleniya SASO<sub>3</sub> i C organicheskogo v morskikh osadkakh [Method for rapid determination of CaCO<sub>3</sub> and organic C in marine sediments] // Sovremennye metody morskikh geologicheskikh issledovaniy: materialy Vsesoyuznogo soveshchaniya (otv. red. A.P. Lisitsyn). Tom 2. M.: Izd-vo Instituta okeanologii, 1987. S. 63 (in Rus.).
11. Lyutsarev C.V., Romankevich E.A. Organicheskoe veshchestvo donnykh osadkov [Organic matter in bottom sediments] // Neftegazogeneticheskie issledovaniya v Indiiskom okeane (otv. red. A.A. Geodekyan i dr.). M.: Iz-vo In-ta okeanologii AN CCCR, 1982. S. 84–88 (in Rus.).
12. Ponomareva L.P., Tkachenko G.G., Krotova L.V. SU1733951A1. Sposob opredeleniya organicheskogo ugleroda v morskikh donnykh osadkakh: patent na izobretenie [Method for determining organic carbon in marine bottom sediments: patent]. Opublikovan 15.05.1992 (in Rus.).
13. Betelev N.P., Kulachkin B.I. Metody opredeleniya soderzhaniya organicheskikh veshchestv v gruntakh [] // Inzhenernaya geologiya. 1990. № 4. S. 91–100 (in Rus.).
14. Betelev N.P. Novyi metod opredeleniya soderzhaniya organicheskogo veshchestva v gruntakh i gornykh porodakh [Methods for determining organic matter content in soils and rocks] // Inzhenernaya geologiya. 1979. № 2. S. 105–109 (in Rus.).

15. Betelev N.P. Opredelenie sodержaniya organicheskogo ugleroda v ilakh i gornyykh porodakh prokalivaniem prob v toke kisloroda bez predvaritel'nogo udaleniya karbonatov [Determination of organic carbon content in silts and rocks by ignition in an oxygen stream without preliminary carbonate removal] // Litologiya i poleznye iskopaemye. 1981. № 5. S. 152–159 (in Rus.).
16. Betelev N.P. Usovershenstvovanie metoda opredeleniya organicheskogo ugleroda sukhim szhiganiem [Improvement of the method for determining organic carbon by dry combustion] // Geoekologiya. 1994. № 3. S. 104–108 (in Rus.).
17. Rekomendatsii po opredeleniyu organicheskikh veshchestv v gruntakh i gornyykh porodakh sukhim szhiganiem bez predvaritel'nogo udaleniya karbonatov [Guidelines for determining organic matter in soils and rocks by dry combustion without preliminary carbonate removal]. M.: Izd-vo NIIOSP, 1990. 32 s. (in Rus.).
18. Zdobin D.Yu., Abakumov E.V., Sheshukova A.V., Zuev V.S. Kharakteristika organicheskogo veshchestva pribrezhno-morskih gruntov Kandalakshskogo zaliva Belogo morya [Characterization of organic matter in coastal-marine soils of the Kandalaksha Bay, White Sea] // Vestnik Sankt-Peteburgskogo universiteta. Seriya 7. 2007. Vypusk 3. S. 37–43 (in Rus.).
19. Zdobin D.Yu., Bakhmatova K.A., Matinyan N.N., Svertilov A.A., Gostintseva E.V., Semenova L.K., Sokolova Yu.Yu. Novyi metod opredeleniya sodержaniya organicheskogo veshchestva v gruntakh [New method for determining organic matter content in soils] // Gruntovedenie. 2014. № 2. S. 14–25 (in Rus.).
20. Zdobin D.Yu., Bakhmatova K.A., Matinyan N.N., Svertilov A.A., Gostintseva E.V., Semenova L.K., Sokolova Yu.Yu. Metody laboratornogo opredeleniya sodержaniya organicheskikh veshchestv v gruntakh [Laboratory methods for determining organic matter content in soils] // Inzhenernaya geologiya. 2015. № 1. S. 26–36 (in Rus.).
21. GOST 27784-88. Pochvy. Metod opredeleniya zol'nosti torfyanykh i otorfovannykh gorizontov pochv [Soils. Method for determining ash content in peat and peat-containing soil horizons]. M.: Izd-vo standartov, 1988. 5 s. (in Rus.).
22. GOST 27753.10-88 (deistvuyushchii). Grunty teplichnye. Metod opredeleniya organicheskogo veshchestva [Greenhouse soils. Method for determining organic matter]. M.: Izd-vo standartov, 1988. 4 s. (in Rus.).
23. GOST 11306-2013 (deistvuyushchii). Torf i produkty ego pererabotki. Metody opredeleniya zol'nosti [Peat and its processed products. Methods for determining ash content]. M.: Standartinform, 2019. 5 s. (in Rus.).
24. San'ko A.F., Yartsev V.I., Dubman A.V. Geneticheskie tipy i fatsii chetvertichnykh otlozhenii Belarusi [Genetic types and facies of Quaternary deposits of Belarus]. Minsk, 2012. 311 s. (in Rus.).
25. Metodicheskie ukazaniya po inzhenerno-geologicheskomu obsledovaniyu bolot pri izyskaniyakh avtomobil'nykh i zheleznykh dorog [Guidelines for engineering-geological survey of swamps during road construction]. M.: SoyuzdoRNII, 1973. 111 s. (in Rus.).
26. Metodicheskie ukazaniya po proektirovaniyu zemlyanogo polotna na slabykh gruntakh [Guidelines for designing roadbeds on soft soils]. M.: Orgtransstroj, 1968. 197 s. (in Rus.).
27. GOST R 54000-201. Udobreniya organicheskie. Sapropeli. Obshchie tekhnicheskie usloviya [Organic fertilizers. Sapropels. General technical requirements]. M.: Standartinform, 2011. 12 s. (in Rus.).
28. Biryukov N.S., Kazarnovskii V.D., Motylev Yu.L. Metodicheskoe posobie po opredeleniyu fiziko-mekhanicheskikh svoystv gruntov [Manual for determining the physical-and-mechanical properties of soils]. M.: Nedra, 1975. 177 s. (in Rus.).

Независимый электронный журнал  
**ГеоИнфо**



С 2022 года журнал «ГеоИнфо» выходит в формате \*PDF.  
 4 выпуска в 2025 году

[WWW.GEOINFO.RU](http://WWW.GEOINFO.RU)