



ЗАРАЗИТЕЛЬНОЕ РЯДОМ: О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ МЕТОДОЛОГИИ И ТЕРМИНОЛОГИИ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

© 2020 О. А. Савенков , Н. Б. Наумова 

Адрес: ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 8/2, г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: savenkov@issa-siberia.ru

В статье рассмотрены примеры некорректных методологических подходов и терминологической практики в почвенных исследованиях и публикациях. Авторы обращают внимание на чрезмерность употребления словосочетания «статистически значимый», нечеткость химического и терминологического определений гумуса, непонятность цели оценки стехиометрии органического вещества на основе отношения массовых долей элементов, интерпретацию эмпирических уравнений регрессии как описывающих концептуальную зависимость, принципиальную невозможность оценивать численность почвенных бактерий и особенно микроскопических грибов путем подсчета колоний на питательных средах. На основании приведенных примеров авторы приходят к заключению, что благодаря простоте и объему современных информационных потоков роль коммуникационных отношений в процессе оценки истинности результатов той или иной единицы научного познания будет только повышаться. Это значительно увеличит негативные аспекты воздействия консенсуальности в науке и в особенности в науке о почве, ведь почва является одним из наиболее сложных природных образований.

Ключевые слова: методология науки; статистическая значимость; гумус; фракционный состав; стехиометрия; численность почвенных микроорганизмов; активная биомасса почвенных микроорганизмов

Цитирование: Савенков О.А., Наумова Н.Б. Заразительное рядом: о некоторых аспектах методологии и терминологии почвенных исследований и публикаций // Почвы и окружающая среда. 2020. Том 3. № 1. e109. doi: 10.31251/pos.v3i1.109

Под давлением необходимости публиковать больше и одновременно лучше¹ у исследователей остается меньше времени на обдумывание методологии, методики, терминологии и других аспектов своей работы. Многие фразы и слова, в том числе термины и определения, как известно, имеют различное значение при употреблении в научном сообществе и за пределами такового. Часто это связано с некорректностью выбранного методологического подхода. Считаем бесполезным привлечь внимание к некоторым примерам некорректной терминологии и методологии в почвенных исследованиях.

Одним из самых ярких и, по сути, эпических примеров является употребление слова «значимый». В научных публикациях его употребляют в связке «статистически значимый», что имеет чисто математический смысл. Однако даже сами ученые сознательно или подсознательно ставят знак равенства между «значимый» и «важный, значительный». В итоге за много лет применения статистических методов в науке и практике и, как следствие, многих десятилетий некорректных выводов (Hubbard, Carriquiry, 2019), ситуация настолько усугубилась, что «American Statistician» – журнал Американской статистической ассоциации – опубликовал в марте 2019 г. специальный выпуск, в котором в статье от редколлегии настойчиво призывает все научное сообщество категорически не употреблять слова «статистически значимый» и приложить максимальные усилия к тому, чтобы остановить дальнейшее распространение этого словосочетания (Wasserstein et al., 2019).

Но, как пишет Берри (Berry, 2017, с.896), «много было написано о неправильном использовании и неправильной интерпретации величин вероятности p . Однако совокупное влияние такой критики на практику статистических анализов и научных исследований оказалось равно нулю». Печальная констатация...

Приведенный пример с ситуацией неправильного использования и интерпретации статистических оценок и терминов затрагивает огромное количество отраслей науки и народного хозяйства и поэтому получил и получает широкий отклик. Но в каждой отрасли науки имеются аналогичные ситуации, которые, однако, за её пределами менее известны публике. Внутри же

¹ Здесь «лучше» авторы понимают в контексте новой методики подсчета результативности научных организаций, разосланной в письме Министерства науки и высшего образования РФ от 14.01.2020.

отрасли гонка ученых за увеличением количества публикаций при повышении их качества² часто просто не оставляет ни времени, ни сил на публичную реакцию.

Обратимся к более близким тематике нашего журнала областям почвенной науки, например химии почв. Слово гумус знакомо всем. База данных электронной научной библиотеки eLibrary.ru (по состоянию на 13 февраля 2020 г.) выдала 82847 публикаций по результатам поиска в названиях публикаций, их аннотациях и ключевых словах запроса со словом «гумус». Ограничение типа публикаций только журнальными статьями дает 6243 статьи, из которых 2552 опубликованы в 2016–2020 гг.

Так, В.А. Королев и А.И. Громовик (2018) пишут, что «современные экспериментальные данные свидетельствуют о существенных различиях фракционно-группового состава гумуса разных типов почв и о неодинаковом содержании углерода в гумусовых кислотах». Но далее обосновывают «целесообразность применения дифференцированных коэффициентов пересчета содержания углерода в почвах в содержание гумуса», вместо того, чтобы призвать исследователей отказаться от фракционного подхода к изучению органического вещества почвы, а термин «гумус» понимать как просто совокупное органическое вещество почвы, определяемое при окислении серноокислым калием или при сухом сжигании при 450–500 °С.

Определений гумуса было сделано много еще в конце XIX – начале XX века. Например, С. Ваксман (Waksman, 1936) дал определение гумуса как вещества, состоящего «из определенных компонентов исходного растительного материала, устойчивого к дальнейшему разложению; из соединений, находящихся на разных стадиях разложения; из комплексов, являющихся результатом разложения путем процессов гидролиза или окисления–восстановления; а также и из различных соединений, синтезированных микроорганизмами» (Waksman, 1936, p. 6).

Содержательно вполне понятное и четкое определение, однако чисто химически гумус как таковой никак нельзя определить. То есть операционально гумус определяют как органическое вещество (углерод органического вещества), и понимать под «гумусом» нужно всю совокупность органических веществ почвы после удаления крупных частиц, просеивания и измельчения. Однако до сих пор многие исследователи говорят о «специфических почвенных органических веществах, называемых гумусом» как части всего органического вещества почвы (Шевкопляс-Гурьева, Сивкова, 2019). Тот факт, что эти авторы заголовок своей статьи формулируют как «Определение органического вещества (гумуса)...», красноречиво говорит о наличии понятийно-операциональной путаницы с гумусом, в явном или неявном виде присутствующей у многих ученых.

Примечательно, что до сих пор процветает и еще одна методическая путаница/некорректность, к чему мы пытались привлечь внимание ранее (Наумова, 2019). Российские почвоведы продолжают в статьях упорно писать о том, что содержание органического углерода в почве они определяют с помощью автоматических анализаторов, не удаляя предварительно карбонаты и бикарбонаты и не обращая внимания на высокую температуру сжигания почвенной аликвоты в таких анализаторах (что, понятно, приводит к потерям не только органических, но и неорганических соединений углерода!). Читателям часто даже не дают никаких объяснений, почему общее содержание углеродных соединений вдруг стало эквивалентным содержанию углерода органических соединений (см., например, Семенов и др., 2019с), даже в нижележащих минеральных горизонтах (Семенов и др., 2019б). Наметилась новаторская тенденция вообще не указывать, как именно было определено содержание органического углерода в почве, даже в статьях, специально посвященных такого рода вопросам: например, зачем указывать метод в статье, описывающей результаты влияния «длительного применения органических и минеральных удобрений на динамику содержания органического углерода и азотный режим дерново-подзолистой почвы» (Васбиева, 2019)?

Интересна и ситуация с анализом содержания фульвокислот, гуминовых кислот и гумина в почве. Тот же С. Ваксман вначале являлся сторонником метода экстракции органического вещества почвы щелочью (Waksman, 1925); однако через десять лет он осознал, что щелочные экстракты являются чисто операциональным, произвольным по химической сути конструктором, который «не может дать картины истинной природы гумуса, его происхождения и динамического состояния в почве». Тем не менее утверждения Ваксмана и других исследователей, а также их

² «Качество» публикаций здесь авторы понимают опять же в контексте новой методики подсчета результативности научных организаций, разосланной в письме Министерства науки и высшего образования РФ от 14.01.2020

призывы к необходимости мульти- и даже междисциплинарного подхода к изучению органического вещества почвы (Baveye et al., 2014) долгое время оставались не услышанными, и огромное число научных статей в нашей стране и за рубежом было посвящено анализу фракционного состава гумуса. Журнал «Почвоведение» лишь в 2019 г. сформулировал в правилах для авторов просьбу «избегать использования и обсуждения в статьях данных по фракционному составу гумуса, поскольку этот метод устарел и уже давно не используется в других странах». Что мешало корпусу российских почвоведов в течение нескольких десятилетий осознать, что метод устарел? Подчеркнем, однако, что это именно просьба, а не жесткий отказ, и поэтому статьи с анализом гумусного состояния и обсуждения $C_{гк}/C_{фк}$ продолжают появляться на страницах журнала (Алексеева и др., 2019; Ефремова и др., 2019; Габбасова и др., 2019). Справедливости ради заметим, что это относится не только к отечественным, но и к зарубежным журналам; следовательно, утверждение о том, что метод давно не используется за рубежом, не совсем соответствует действительности. Так, поиск по Web of Science Core Collection по ключевому слову «fulvic», проведенный в начале марта 2020 г., дает 1895 публикаций за последние 5 лет, подавляющее большинство из которых описывают и обсуждают фракционный состав гумуса почв.

Как отмечено выше, химическую структуру органического вещества почвы определить невозможно. Однако можно оценить некоторые аспекты структуры, которые в определенной степени влияют на функции органического вещества в почве. В частности, можно оценить некоторые аспекты стехиометрии, а именно соотношение различных элементов. Из области чистой химии этот метод перекочевал в экологию, где такие соотношения стали активно применять для характеристики компонентов окружающей среды, таких, например, как органическое вещество почвы и донных отложений, растительное вещество и т.п.

В составе органического вещества почвы в первую очередь определяют соотношение углерода и азота. Понятно, что для оценки химической структуры нужно рассчитывать соотношение элементов на молярной/атомной основе (Растворова, Андреев, 2006): в случае углерода и азота их молярное отношение рассчитывают таким образом:

$$C : N = \frac{C, \%}{12} : \frac{N, \%}{14} = \frac{C, \%}{N, \%} \cdot 1,17$$

Это отношение характеризует обогащенность органического вещества почвы азотом. Аналогичным образом нужно рассчитывать и соотношения других элементов (см., например, Ding et al., 2020). Однако отечественная научная литература (и именно специализированные отраслевые издания!) изобилует примерами расчетов соотношения элементов на основе их массовой доли в образце почвы или растительного материала (Семенов и др., 2019а; и др.). Так, в статье, посвященной результатам изучения распада и сохранности органических соединений и питательных элементов в листовном опаде после зимнего сезона под различными лесообразующими породами деревьев, Д. Чульдиене и др. (2017) на основании соотношения массовых долей элементов делают вывод о том, что «в целом все рассчитанные отношения, за исключением N:P, достигли критических значений, свидетельствующих о разложении лесных подстилок под посадками бука и дуба по прошествии пяти месяцев холодного периода». Но если бы авторы считали соотношения C:N, C:P и N:P на молярной основе, то соответствующие величины были бы в 1,17; 2,58 и 2,21 раза выше. Очень вероятно, что и выводы могли бы быть несколько иными.

Конечно, есть статьи, где соотношения рассчитаны корректно (Старцев и др., 2017). Однако часто о корректности приводимых авторами отношений элементов судить невозможно, поскольку сами они об этом не пишут, а пересчеты по приводимым ими в статьях данным позволяют думать о расчетах на основе массовых долей, а не молей (Бузин и др., 2019; Семенов и др., 2019а; и др.).

Много примеров некорректных подходов есть в публикациях по экологии почвенных микроорганизмов. Ученые давно уделяют внимание изучению биоразнообразия и функционирования почвенных микроорганизмов. И то, и другое в значительной степени определяется количественными характеристиками сообществ, а именно численностью и биомассой. Определение численности и биомассы почвенных микроорганизмов, то есть организмов микроскопических размеров (Coleman, 1985), тесно связанных с органическим веществом и минеральной частью почвенной матрицы, является весьма сложной задачей. Методы оценки численности и/или биомассы основаны на ряде допущений и предположений (Brookes, 2001; Евдокимов, 2018) и, таким образом, методологически далеко не идеальны. Одним из первых и относительно простых методов казался метод подсчета колоний, образуемых при инокуляции твердых питательных сред почвенной суспензией. Основным условием для «правильности» такого подсчета было представление о том, что одна клетка бактерии, то

есть один организм, образует одну колонию. Следовательно, число колоний равно числу клеток бактерий, и далее пересчет приводит к численности этих организмов в единице массы почвы. Однако как минимум уже более 70 лет известно, что это не так – колонии на лабораторных питательных средах могут быть образованы как одной клеткой, так и группой клеток, а также и спорами, и всевозможными комбинациями спор и клеток.

Обратимся к одной из детальных работ, посвященных этому вопросу (Skinner et al., 1952). При сравнении прямого метода количественной оценки почвенных микроорганизмов с помощью подсчета при микроскопировании и метода учета колоний на питательных средах, сотрудники Ротамстедской опытной станции (Великобритания) Скиннер и др. (Skinner et al., 1952) на образцах почвы трех вариантов длительного опыта показали, что прямое микроскопирование учитывает значительно – на два порядка! – большее число бактерий по сравнению с культивированием ($1-4 \cdot 10^9$ и $2-8 \cdot 10^7$ клеток в 1 г почвы, соответственно). При этом принципиально важно и то, что они выявили разнонаправленность влияния внешних факторов на численность почвенных микроорганизмов в зависимости от метода оценки последней. Большую часть разницы авторы объяснили наличием агрегатов бактериальных клеток и ростом одной колонии из одного такого агрегата: так, отношение числа агрегатов к общему числу клеток варьировало в пределах 0,43–0,56 и зависело от почвы (Skinner et al., 1952). В этом же детальном исследовании показано, что различие в способе приготовления почвенной суспензии для микроскопирования и для культивирования не влияет на соотношение соответствующих оценок численности: при обоих способах суспендирования почвы минимальная разница оценок численности бактерий микроскопированием и культивированием составляла порядок величин. Бесспорно, что без культивирования бактерий в лабораторных условиях невозможны никакие биохимические и физиологические исследования, ведущие как к фундаментальным прорывам, так и к разработке биотехнологических приложений. Скиннер с соавторами (Skinner et al., 1952; p. 271) так и написал: «Культивирование и учет колоний на чашках является устоявшимся методом, возможно, наиболее ценным для исследований качественных свойств». Отметим, что разница между оценкой численности почвенных бактерий прямым микроскопированием и путем подсчета колоний на питательных средах может зависеть от градиента свойств почвенной среды: так, было выявлено значительное увеличение этой разницы при усилении загрязнения почвы тяжелыми металлами (Koptsik et al., 2005).

Казалось бы, для оценки численности почвенных (да и не только почвенных) бактерий путем подсчета числа колониеобразующих единиц (КОЕ) вопрос должен быть закрыт раз и навсегда. Но нет. С поразительной настойчивостью, явно достойной лучшего применения, исследователи, и в особенности отечественные, пишут и пишут все про то же. Приведем ряд примеров из публикаций 2019 года. Так, описывая результаты микробиологической оценки состояния почв хвойных лесов Средней Сибири после пожара, Богородская и др. (2019) отмечают, что в подстилке листовенничника вейникового через четыре года после высокоинтенсивного пожара отмечено снижение численности аммонификаторов. Об этом они судили по числу КОЕ на соответствующей питательной среде. Это значит, что вовсе не численности и не в подстилке! В статье Волкова и др. (2019) представлены результаты исследования влияния посевов растений-сидератов и их смесей на динамику численности микроорганизмов основных эколого-трофических групп в почве винограда. Опять же – численность клеток определяли по КОЕ, уж не говоря о том, что эколого-трофические группы в лабораторных условиях вовсе не синонимичны таковым группам в почве! В исследованиях, проведенных в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева» путем подсчета КОЕ установлено, что размер почвенных агрегатов определяет количество почвенных микроорганизмов, развивающихся в них (Турусов и др., 2019). Опять же – и не количество, и не в агрегатах!!! Список таких работ, где авторы приводят данные по изменению численности бактерий, оцененной по числу КОЕ, под влиянием различных факторов, можно продолжать и продолжать (Кузикова и др., 2019; Ходжимуродова, Раупова, 2019; и др.).

Особенно впечатляюще выглядит оценка численности почвенных грибов путем подсчета числа колоний грибов на твердых лабораторных средах. Оценка численности по определению предполагает определение числа отдельных организмов в том или ином образце. Известно, что размеры почвенных микромицетов могут варьировать на четыре порядка – от одноклеточных дрожжей до единого мицелиального организма огромных размеров (Smith et al., 1992). Каким образом у микроскопических грибов определить отдельную особь? Очевидно, что это практически невозможно сделать. А уж тем более просто принципиально невозможно оценить их численность

по числу колоний, каждая из которых может быть образована из кусочка мицелия, споры и их всевозможных комбинаций. Печально, что публикацией статей с такого рода методологией занимаются не только журналы типа «Бюллетень науки и практики», «Магарач», «Безопасность жизнедеятельности» и т.п., то есть непрофильные журналы; но подобные статьи публикуют и более специализированные журналы: «Лесоведение», «Проблемы агрохимии и экологии» и пр. Не является в этом смысле исключением и даже ведущий в области науки о почве отечественный журнал «Почвоведение», где фраза о том, что «данные по общей численности микроскопических грибов выражали количеством колониеобразующих единиц (КОЕ) на 1 г субстрата» встречается в некоторых вариациях практически во всех работах, посвященных изучению почвенных грибов (Семенова, Головченко, 2017; Широких и др., 2017; Семенов и др., 2019). Так, Семенов и др. (2019, с. 361) пишут, что «Общее количество микромицетов в исследованных образцах составляло порядка 10^4 КОЕ/г почвы». Каким таким таинственным образом эти КОЕ дают оценку количества мицелия в почве, остается непонятным, учитывая сказанное выше о КОЕ и о росте на лабораторных питательных средах. Некоторые авторы, однако, упоминают, что определяют «численность и видовой состав микромицетов (способных расти на питательных средах)» (Семенова, Головченко, 2017), что, конечно, никак не отменяет некорректность их методологического подхода к оценке численности, пусть и только растущих в лабораторных условиях микромицетов. Подчеркнем еще раз, что если численность бактерий как одноклеточных организмов вполне можно оценить путем микроскопирования, то в случае почвенных грибов даже микроскопированием невозможно оценить численность как таковую, а только биомассу (Никитин и др., 2017). Очень часто авторы идут дальше, и по соотношению КОЕ разных организмов пытаются оценивать структуру микроорганизмов почвы, отмечая, например, что «Доля актиномицетов в прокариотном комплексе исследуемых почв (0–31,9 %) и подстилок (3,3–53,0 %) ... также варьировала в широких пределах в зависимости от конкретного биотопа» (Широких, Широких, 2019). Да не от биотопа вовсе, а от выбранного метода оценки, при котором, кроме как широкого варьирования, никакого другого и ожидать не следовало. Академик Г.А. Заварзин, будучи главным редактором отечественного журнала «Микробиология», ввел прямой запрет на публикацию статей с оценками численности по КОЕ. К сожалению, как и в случае со «статистической значимостью», эффект оказался практически нулевым.

Существует много работ по принципу «два в одном», то есть в которых одновременно можно встретить два и более некорректных подхода и/или интерпретации. Так, В.И. Турусов и Р.В. Сальников, сотрудники НИИ сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева пишут об изменении микрофлоры и состава гумуса почвы в зависимости от звена севооборота (Турусов, Сальников, 2019).

Есть и другие примеры явно – просто по определению! – совершенно некорректной методологии научных исследований и интерпретации полученных результатов, но они исправно тиражируются десятилетиями.

Еще одним часто встречающимся и не всегда бросающимся в глаза примером некорректной методологии является вот какой «трюк». Какое-либо свойство почвы количественно оценивают по уравнению регрессии с другими свойствами, которые, как правило, проще измерить. При этом, однако, совершают логическую ошибку, перенося некоторые характеристики независимых переменных в уравнении регрессии на зависимую, то есть переменную, рассчитываемую по уравнению регрессии. Яркий пример этого можно привести опять же из области почвенной микробиологии: во многих работах, использующих метод субстрат-индуцированного дыхания для оценки общей биомассы почвенных микроорганизмов, авторы пишут о том, что они таким образом оценили активную биомассу. Но уравнение регрессии (Anderson, Domsch, 1978), которым пользуются исследователи, построено путем соответствующего анализа множества оценок именно общей биомассы микроорганизмов (с помощью фумигационного метода) и множества оценок выделения CO_2 в течение нескольких часов после добавления легкоутилизируемого субстрата (в чем, по определению, участвуют активно метаболизирующие организмы). Однако это вовсе не означает, что свойство «активности» передается по уравнению регрессии на общую биомассу. Тем не менее, такая интерпретация очень живуча и активно эксплуатируется некоторыми российскими учеными. Некоторые так и пишут: «Содержание углерода активной микробной биомассы рассчитывали по скорости субстрат-индуцированного дыхания с использованием коэффициента пересчета 40,04» (Демкина и др., 2019, с.1297). Но этот коэффициент пересчета взят из статьи (Anderson, Domsch, 1978), где он получен по уравнению регрессии величин субстрат-

индуцированного дыхания с величинами общей микробной биомассы, оцененной фумигационным методом. Каким образом авторы получают «активную» биомассу, остается загадкой для более или менее посвященного читателя.

Стоит заметить, что ложные приемы и подходы существуют длительное время не только на уровне методологии и интерпретации, но даже когда с последними все вроде бы верно, просто на уровне единиц измерения. Так, десятилетиями в отечественной и отчасти зарубежной литературе приводили значения сумм среднесуточных температур за определенный период выше/ниже определенных значений просто в градусах (Коронатова, Миронычева-Токарева, 2019), хотя строго говоря, единицей измерения для суммы среднесуточных температур как интеграла соответствующей кривой значений температуры за определенный период времени в сутках является градусодень, то есть °С•сут (NAL... 2020; Oxford Reference, 2020). Казалось бы, мелочь, научный жаргон, который все правильно понимают. Три десятка лет назад это было так. Однако легкость распространения любой информации в информационно-телекоммуникационной сети интернет, отрыв значения слова от самого слова и падение уровня образования обусловили насущную необходимость точности употребления научной терминологии и единиц измерения.

Почему все это происходит? При применении статистических методов анализа в разных областях «основное объяснение продолжающегося использования p -величин не является ни философским, ни научным, а является чисто социологическим: все их используют» (Goodman, 2019, p.27). И это в принципе полностью соответствует представлению о социальности субъекта современного научного познания (Лебедев, 2015). Однако наличие такого соответствия все равно не снимает вопроса о причинах. И ответ очевиден: несоизмеримо проще основывать свои выводы на каком-то формальном критерии, полученном путем нажатия на кнопку, чем задумываться о том, какие факты, относящиеся к области исследования, были известны ранее; возможен ли предполагаемый механизм; адекватен ли план исследования; каково качество полученных данных; в чем заключается новизна результата; как можно оценить практическую значимость, стоимость и преимущества выявленного эффекта; и т.п. Иначе говоря, нужно хорошо понимать суть явления, свойства изучаемых объектов и измеряемых переменных, их характеризующих.

Все это в равной мере относится и к почвенной науке: «все» говорят о гумусе, «все» говорят о численности одноклеточных или мицелиальных почвенных микроорганизмов, подсчитывая колонии на средах; «все» указывают суммы температур в градусах и т.п. То есть «все» с этим согласны. А это означает социальную природу научной истины и её консенсуальный характер (Лебедев, 2019): ведь члены научного сообщества должны достичь согласия при принятии решения о том, чтобы признать некоторую единицу научного знания истинной, то есть полностью соответствующей своему объекту.

С момента зарождения науки как таковой процесс получения, обоснования и оценки истинности результатов научного познания опирался и опирается не только на субъект-объектное познавательное отношение, но и на коммуникационные отношения внутри научного сообщества. Однако создается впечатление, что благодаря легкости и объему современных информационных потоков роль коммуникационных отношений в процессе оценки истинности результатов научного познания будет только повышаться. Это, в свою очередь, значительно увеличит негативное воздействие консенсуальности на процесс научного познания (как прямо, так и опосредованно, путем необоснованного расходования финансовых, временных и человеческих ресурсов), в особенности в науке о почве, ведь почва является одним из наиболее сложных природных образований.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН № АААА-А17-117030110078-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Т.В., Золотарева Б.Н., Колягин Ю.Г. Негидролизующий остаток органического вещества погребенных и современных почв // *Почвоведение*. 2019. № 6. С. 687–699. doi: [10.1134/0032180X19060029](https://doi.org/10.1134/0032180X19060029)
2. Богородская А.В., Кукавская Е.А., Каленская О.П., Буряк Л.В. Микробиологическая оценка состояния почв хвойных лесов Средней Сибири после пожаров разной интенсивности // *Лесоведение*. 2019. № 2. С. 138–156. doi: [10.1134/S0024114819010030](https://doi.org/10.1134/S0024114819010030)

3. Бузин И.С., Макаров М.И., Малышева Т.И., Кадулин М.С., Королева Н.Е., Маслов М.Н. Трансформация соединений азота в почвах горно-тудровых экосистем Хибин // *Почвоведение*. 2019. № 5. С. 570–577. doi: [10.1134/S0032180X1903002X](https://doi.org/10.1134/S0032180X1903002X)
4. Васбиева М.Т. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на динамику содержания органического углерода и азотный режим дерново-подзолистой почвы // *Почвоведение*. 2019. № 11. С. 1365–1372. doi: [10.1134/S0032180X19110133](https://doi.org/10.1134/S0032180X19110133)
5. Волков Я.А., Клименко Н.Н., Странишевская Е.П., Волкова М.В. Влияние посевов растений-сидератов на динамику численности микроорганизмов основных эколого-трофических групп в почве виноградника // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2019. № 1(107). С. 36–40. eLIBRARY ID: [37083756](https://elibrary.ru/37083756)
6. Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Сулейманов Р.Р., Комисаров М.А., Хабиров И.К., Сидорова Л.В., Назырова Ф.И., Простякова З.Г., Котлугалямова Л.Ю. Влияние низовых пожаров на свойства и эрозию лесных почв Южного Урала (Башкирский государственный природный заповедник) // *Почвоведение*. 2019. № 4. С. 412–421. doi: [10.1134/S0032180X19040075](https://doi.org/10.1134/S0032180X19040075)
7. Демкина Т.С., Борисов А.В., Хомутова Т.Э. Сравнительная характеристика современных и погребенных почвенных комплексов в пустынно-степной зоне Волго-Донского междуречья // *Почвоведение*. 2019. № 11. С. 1295–1306. doi: [10.1134/S0032180X19110029](https://doi.org/10.1134/S0032180X19110029)
8. Евдокимов И.В. Методы определения биомассы почвенных микроорганизмов // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2018. Vol. 3. No. 3. doi: [10.21685/2500-0578-2018-3-5](https://doi.org/10.21685/2500-0578-2018-3-5)
9. Ефремова Т.Т., Ефремов С.П., Мелентьева Н.В., Аврова А.Ф. Формализованный анализ гумусного состояния горных торфяных почв на уровне высотных поясов // *Почвоведение*. 2019. № 8. С. 923–934. doi: [10.1134/S0032180X19080070](https://doi.org/10.1134/S0032180X19080070)
10. Королев В.А., Громовик А.И. К вопросу о расчете содержания гумуса в почвах разного типа // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2018. № 2. С. 152–156. eLIBRARY ID: [35350448](https://elibrary.ru/35350448)
11. Кузикова И.Л., Зайцева Т.Б., Кичко А.А., Зиновьева С.В., Руссу А.Д., Маячкина Н.В., Медведева Н.Г. Влияние нонилфенолов на численность и таксономическую структуру почвенного микробного сообщества // *Почвоведение*. 2019. № 6. С. 722–733. doi: [10.1134/S0032180X19060078](https://doi.org/10.1134/S0032180X19060078)
12. Лебедев С.А. Пересборка эпистемологического // *Вопросы философии*. 2015. №6. С.53–64. eLIBRARY ID: [23820077](https://elibrary.ru/23820077)
13. Лебедев С.А. Научная истина: консенсуально-экспертный характер // *Гуманитарный вестник*. 2019. № 3(77). С. 1-16. doi: [10.18698/2306-8477-2019-3-601](https://doi.org/10.18698/2306-8477-2019-3-601)
14. Наумова Н. Б. К вопросу об определении содержания органического углерода в почве // *Почвы и окружающая среда*. 2018. № 1(2). С. 98–103. doi: [10.31251/pos.v1i2.13](https://doi.org/10.31251/pos.v1i2.13)
15. Никитин Д.А., Марфенина О.Е., Кудинова А.Г., Лысак Л.В., Мергелов Н.С., Долгих А.В., Лупачев А.В. Микробная биомасса и биологическая активность почв и почвоподобных тел береговых оазисов Антарктиды // *Почвоведение*. 2017. № 9. С. 1122–1133. doi: [10.7868/S0032180X17070073](https://doi.org/10.7868/S0032180X17070073)
16. Растворова О.Г., Андреев Д.П. *Валовой анализ органической части почв* // Теория и практика химического анализа почв / Под редакцией Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. С. 115–140.
17. Семенов В.М., Паутова Н.Б., Лебедева Т.Н., Хромычкина Д.П., Семенова Н.А., Лопес де Гереню В.О. Разложение растительных остатков и формирование активного органического вещества в почве инкубационных экспериментов // *Почвоведение*. 2019а. № 10. С. 1172–1184. doi: [10.1134/S0032180X19100113](https://doi.org/10.1134/S0032180X19100113)
18. Семенов М.В., Манучарова Н.А., Краснов Г.С., Никитин Д.А., Степанов А.Л. Биомасса и таксономическая структура микробных сообществ в почвах правобережья р. Оки // *Почвоведение*. 2019b. № 8. С. 974–985. doi: [10.1134/S003218X19080124](https://doi.org/10.1134/S003218X19080124)
19. Семенов М.В., Никитин Д.А., Степанов А.Л., Семенов В.М. Структура бактериальных и грибных сообществ ризосферного и внекорневого локусов серой лесной почвы // *Почвоведение*. 2019с. № 3. С. 355–369. doi: [10.1134/S003218X19010131](https://doi.org/10.1134/S003218X19010131)
20. Семенова Т.А., Головченко А.В. Влияние механического измельчения сфагнома на численность и структуру микромицетных комплексов // *Почвоведение*. 2017. № 7. С. 844–848. doi: [10.7868/S0032180X17070103](https://doi.org/10.7868/S0032180X17070103)
21. Старцев В.В., Дымов А.А., Прокушкин А.С. Почвы постпирогенных лиственничников Средней Сибири: морфология, физико-химические свойства и особенности почвенного органического вещества // *Почвоведение*. 2017. № 8. С. 912–925. doi: [10.7868/S0032180X17080111](https://doi.org/10.7868/S0032180X17080111)
22. Турусов В.И., Сальников Р.В. Изменение микрофлоры и состава гумуса почвы в зависимости от звена севооборота // *Центральный научный вестник*. 2019. Т. 4. № 3(68). С. 20-21. eLIBRARY ID: [36921216](https://elibrary.ru/36921216)
23. Турусов В.И., Чевердин Ю.И., Титова Т.В., Беспалов В.А., Гармашова Л.В. Изменение и взаимосвязь физических и микробиологических показателей луговых почв юго-востока ЦЧЗ в результате агрогенеза // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2019. № 1. С. 58–63. doi: [10.26178/AE.2019.88.70.010](https://doi.org/10.26178/AE.2019.88.70.010)

24. Ходжимуродова Н., Раупова Н.Б. Микробиологическая активность староорошаемых и новоорошаемых лугово-аллювиальных почв // *Бюллетень науки и практики*. 2019. Т.5. № 3. С. 27–33. doi: [10.33619/2414-2948/40/03](https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/03)
25. Чертов О.Г., Надпорожская М.А. Формы гумуса лесных почв: концепции и классификации // *Почвоведение*. 2018. № 10. С. 1202–1214. doi: [10.1134/S0032180X18100027](https://doi.org/10.1134/S0032180X18100027)
26. Чульдиене Д., Алейниковиене Ю., Мурашкиене М., Марозас В., Армолайтис К. Распад и сохранность органических соединений и питательных элементов в листовном опаде после зимнего сезона под лесопосадками лиственницы европейской, бука обыкновенного и дуба красного в Литве // *Почвоведение*. 2017. № 1. С. 56–63. doi: [10.7868/S0032180X16110022](https://doi.org/10.7868/S0032180X16110022)
27. Шевкопляс-Гурьева Н.А., Сивкова Г.А. Определение содержания органического вещества (гумуса) и обменной кислотности почвы // *Безопасность жизнедеятельности*. 2019. №5(221). С.57–60. eLIBRARY ID: [38288011](https://elibrary.ru/38288011)
28. Широких И.Г., Козлова Л.М., Широких А.А., Попов Ф.А., Товстик Е.В. Влияние способа обработки почвы и биопрепаратов на комплексы микромицетов в ризосфере и ризоплане яровой пшеницы // *Почвоведение*. 2017. № 7. С. 837–843. doi: [10.7868/S0032180X17070115](https://doi.org/10.7868/S0032180X17070115)
29. Широких И.Г., Широких А.А. Антагонизм и резистентность к антибиотикам актиномицетов из почв трех особо охраняемых территорий // *Почвоведение*. 2019. № 10. С. 1203–1210. doi: [10.1134/S0032180X19100137](https://doi.org/10.1134/S0032180X19100137)
30. Anderson J.P.E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // *Soil Biol. Biochem.* 1978. Vol.10. No.3. P.215–221. doi: [10.1016/0038-0717\(78\)90099-8](https://doi.org/10.1016/0038-0717(78)90099-8)
31. Baveye P. C., Palfreyman J., Otten W. Research efforts involving several disciplines: adherence to a clear nomenclature is needed // *Water Air Soil Pollution*. 2014. Vol. 225. No. 6. Art. 1997. doi: [10.1007/s11270-014-1997-7](https://doi.org/10.1007/s11270-014-1997-7)
32. Berry D. A p-Value to Die For // *Journal of the American Statistical Association*. 2017. Vol. 112. No. 519. P. 895–897. doi: [10.1080/01621459.2017.1316279](https://doi.org/10.1080/01621459.2017.1316279)
33. Brookes P. Lean and keen: microbial activity in soils from the Maritime Antarctic // *Microbes Environ.* 2001. Vol. 16. No. 3. P. 131–140.
34. Coleman D.C. *Through a ped darkly – an ecological assessment of root soil-microbial-faunal interactions* // *Ecological Interactions in the Soil: Plants, Microbes and Animals*; Fitter, A.H., Atkinson, D.; Read, D.J.; Usher, M.B., Eds. Blackwells: Oxford, United Kingdom, 1985; Iss.4. P.1–21.
35. Ding L., Wang P., Zhang W., Zhang Y., Li S., Wei X., Chen X., Zhang Y., Yang F. Soil stoichiometry modulates effects of shrub encroachment on soil carbon concentration and stock in a subalpine grassland // *iForest - Biogeosciences and Forestry*. 2020. Vol. 13. No. 1. P. 65–72. doi: [10.3832/ifor3091-012](https://doi.org/10.3832/ifor3091-012)
36. Goodman S. Why is Getting Rid of p-Values So Hard? Musings on Science and Statistics // *The American Statistician*. 2019. Vol. 73. No. sup1. P.26–30. doi: [10.1080/00031305.2018.1558111](https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1558111)
37. Hubbard D., Carriquiry A. Quality Control for Scientific Research: Addressing Reproducibility, Responsiveness and Relevance // *The American Statistician*. 2019. Vol. 73. No. sup1. P. 46–55. doi: [10.1080/00031305.2018.1543138](https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1543138)
38. Koptsik G., Lofts S., Karavanova E., Naumova N., and Rutgers M. *Heavy Metals in Forest Soils: Speciation, Mobility, and Risk Assessment*. New Delhi: Oxford and IBH, 2005. 252 p.
39. McShane B.B., Gal D., Gelman A., Robert C., Tackett J. L. Abandon Statistical Significance // *The American Statistician*. 2019. Vol. 73. No. sup1. P. 235–245. doi: [10.1080/00031305.2018.1527253](https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1527253)
40. NAL Agricultural Thesaurus. *Heat sums* [электронный ресурс] URL: <https://agclass.nal.usda.gov/mtwdk.exe?k=default&l=60&w=2176&s=5&t=2> (дата обращения 22.03.2020)
41. Oxford Reference. *Accumulated temperature*. [электронный ресурс] URL: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110810104313573> (дата обращения 22.03.2020)
42. Skinner F.A., Jones C. T., Mollison J.E. A Comparison of a Direct- and a Plate-counting Technique for the Quantitative Estimation of Soil Microorganisms // *J. Gen. Microbiol.* 1952. Vol. 6. P.261–271. doi: [10.1099/00221287-6-3-4-261](https://doi.org/10.1099/00221287-6-3-4-261)
43. Smith M.L., Bruhn J.N., Anderson J.B. The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms // *Nature*. 1992. V. 356. P. 428–431. doi: [10.1038/356428a0](https://doi.org/10.1038/356428a0)
44. Waksman S.A. What is humus? // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 1925. V. 11. P. 463–468. doi: [10.1073/pnas.11.8.463](https://doi.org/10.1073/pnas.11.8.463)
45. Waksman S.A. *Humus. Origin, Chemical Composition and Importance in Nature*. Baltimore: Williams and Wilkins Company, 1936. 508 p.
46. Wasserstein R.L., Schirm A.L., Lazar N.A. Moving to a World Beyond “p<0.05” // *The American Statistician*. 2019. V. 73. No. sup1. P. 1–19. doi: [10.1080/00031305.2019.1583913](https://doi.org/10.1080/00031305.2019.1583913)

Поступила в редакцию 24.03.2020

Принята 30.05.2020

Опубликована 01.06.2020

Сведения об авторах:

Савенков Олег Александрович – к.б.н., с.н.с. лаборатории агрохимии ФГБУН Института почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск, Россия); savenkov@issa-siberia.ru

Наумова Наталья Борисовна – к.б.н., в.н.с. лаборатории агрохимии ФГБУН Института почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск, Россия); naumova@issa-siberia.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

CONTAGIOUS IS AROUND: ABOUT SOME ASPECTS OF METHODOLOGY AND TERMINOLOGY OF SOIL RESEARCH AND PUBLICATIONS

© 2020 O. A. Savenkov , N. B. Naumova 

Address: Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia. E-mail: savenkov@issa-siberia.ru

The article discusses some examples of incorrect methodology and terminology practice in soil research and publications. In particular, the authors draw attention to extremely inflated and unjustified use of the phrase "statistically significant", to the controversy between the chemical determination and terminological definition of soil humus, to the inadequacy of using mass concentrations of chemical elements to inferring soil organic matter stoichiometry, to frequent interpreting empirical regression as if describing some conceptual relationship, to the principle impossibility to estimate bacteria and fungi numbers in soil by agar plate counts of colony-forming units. Based on the discussed examples, the authors conclude that the ease and the rate of the present-day communication flow will increasingly enhance the role of communication exchange in estimating the validity of results of a certain piece of scientific cognition, which will significantly increase the negative impact of consensuality, especially in soil science, as soil is one of the most complex natural bodies.

Key words: methodology of science; statistical significance; humus; fractional composition; elemental stoichiometry; soil microbial numbers; active soil microbial biomass

How to cite: Savenkov O.A., Naumova N.B. Contagious is around: about some aspects of incorrect methodology and terminology in soil research and publications. *The Journal of Soils and Environment*, 2020, V.3. No.1, e109. doi: [10.31251/pos.v3i1.109](https://doi.org/10.31251/pos.v3i1.109) (in Russian with English abstract).

REFERENCES

1. Alekseeva T.V., Zolotareva B.N., Kolyagin Y.G. Nonhydrolyzable part of soil organic matter in buried and modern soils. *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.6, p.632–643. doi: [10.1134/S1064229319060024](https://doi.org/10.1134/S1064229319060024)
2. Bogorodskaya A.V., Kukavskaya E.A., Kalenskaya O.P., Buryak L.V. Microbiological assessment of soils in coniferous forests of Central Siberia after fires of different density. *Russian Journal of Forest Science*, 2019, No.2. p.138–156. (in Russian). doi: [10.1134/S0024114819010030](https://doi.org/10.1134/S0024114819010030)
3. Buzin I.S., Makarov M.I., Malysheva T.I., Kadulin M.S., Maslov M.N., Koroleva N.E. Transformation of nitrogen compounds in soils of mountain tundra ecosystems in the Khibiny. *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.5, p.518–525. doi: [10.1134/S1064229319030025](https://doi.org/10.1134/S1064229319030025)
4. Vasbieva M.T. Effect of long-term application of organic and mineral fertilizers on the organic carbon content and nitrogen regime of soddy-podzolic soil. *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.11, p.1422–1428. doi: [10.1134/S1064229319110139](https://doi.org/10.1134/S1064229319110139)
5. Volkov Y.A., Klimenko N.N., Stranishevskaya E.P., Volkova M.V. The impact of green manure crops on the population dynamics of major ecological and trophic groups of microorganisms in the soil of a vineyard. *Magarach. Viticulture and vinemaking*, 2019, No.1(107), p.36–40. (in Russian). eLIBRARY ID: [37083756](https://elibrary.ru/37083756)
6. Gabbasova I.M., Garipov T.T., Suleimanov R.R., Komissarov M.A., Khabirov I.K., Sidorova L.V., Nazyrova F.I., Prostyakova Z.G., Kotlugalyamova E.Yu. The influence of ground fires on the properties and erosion of forest soils in the Southern Urals (Bashkir state nature reserve). *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.4, p.412–421. doi: [10.1134/S1064229319040070](https://doi.org/10.1134/S1064229319040070)

7. Demkina T.S., Borisov A.V., Khomutova T.E. Comparative characteristics of recent and buried soil associations in the desert-steppe zone on the Volga-Don interfluvium. *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.11, p.1321–1332. doi: [10.1134/S1064229319110024](https://doi.org/10.1134/S1064229319110024)
8. Yevdokimov I.V.. Methods for measuring soil microbial biomass. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*, 2018, Vol.3, No.3. doi: [10.21685/2500-0578-2018-3-5](https://doi.org/10.21685/2500-0578-2018-3-5)
9. Efremova T.T., Efremov S.P., Melent'eva N.V., Avrova A.F. Formal criteria for the humus status of mountainous peat soils in altitudinal zones. *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.8, p.892–902. doi: [10.1134/S1064229319080076](https://doi.org/10.1134/S1064229319080076)
10. Korolev V.A., Gromovik A.I. The question of the calculation of the content of humus in the soil different types. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, 2018, No.2, p.152–156. (in Russian). eLIBRARY ID: [35350448](https://elibrary.ru/35350448)
11. Kuzikova I.L., Zaytseva T.B., Zinoveva S.V., Russu A.D., Mayachkina N.V., Medvedeva N.G., Kichko A.A. Effect of nonylphenols on the abundance and taxonomic structure of the soil microbial community. *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.6, p.671–681. doi: [10.1134/S1064229319060073](https://doi.org/10.1134/S1064229319060073)
12. Lebedev S.A. The reassembly of the epistemology. *Voprosy filosofii*, 2015, No.6, p.53–64. (in Russian). eLIBRARY ID: [23820077](https://elibrary.ru/23820077)
13. Lebedev S.A. Scientific truth: consensual-expert nature. *Humanities bulletin of BMSTU*, 2019, No.3(77), p.1–16. (in Russian). doi: [10.18698/2306-8477-2019-3-601](https://doi.org/10.18698/2306-8477-2019-3-601)
14. Naumova N.B. Writing about organic carbon determination in soil. *The Journal of Soils and Environment*, 2018, No.1(2), p.98–103. (in Russian). doi: [10.31251/pos.v1i2.13](https://doi.org/10.31251/pos.v1i2.13)
15. Nikitin D.A., Marfenina O.E., Kudinova A.G., Lysak L.V., Mergelov N.S., Dolgikh A.V., Lupachev A.V. Microbial biomass and biological activity of soils and soil-like bodies in coastal oases of Antarctica. *Eurasian Soil Science*, 2017, Vol.50, No.9, p.1086–109. doi: [10.1134/S1064229317070079](https://doi.org/10.1134/S1064229317070079)
16. Rastvorova O.G., Andreev D.P. *Total organic matter analysis of soils*. In: Theory and practice of chemical analysis of soils (Ed. Vorobyova L.A.). Moscow: GEOS, 2006, p.115–140. (in Russian)
17. Semenov V.M., Pautova N.B., Lebedeva T.N., Khromyckina D.P., Semenova N.A., Lopes de Gerenyu V.O. Plant Residues Decomposition and formation of active organic matter in the soil of the incubation experiments. *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.10, p.1183–1194. doi: [10.1134/S1064229319100119](https://doi.org/10.1134/S1064229319100119)
18. Semenov M.V., Nikitin D.A., Manucharova N.A., Stepanov A.L., Krasnov G.S. Biomass and taxonomic structure of microbial communities in soils of the right-bank basin of the Oka river. *Eurasian Soil Science*, 2019b, Vol. 52, No.8, p.971–981. doi: [10.1134/S106422931908012X](https://doi.org/10.1134/S106422931908012X)
19. Semenov M.V., Nikitin D.A., Stepanov A.L., Semenov V.M. The structure of bacterial and fungal communities in the rhizosphere and root-free loci of gray forest soil. *Eurasian Soil Science*, 2019c, Vol. 52, No.3, p.319–332. doi: [10.1134/S1064229319010137](https://doi.org/10.1134/S1064229319010137)
20. Semenova T.A., Golovchenko A.V. Effect of mechanical fragmentation of sphagnum on population density and structure of micromycete communities. *Eurasian Soil Science*, 2017, Vol. 50, No.7, p.832–836. doi: [10.1134/S1064229317070109](https://doi.org/10.1134/S1064229317070109)
21. Startsev V.V., Dymov A.A., Prokushkin A.S. Soils of postpyrogenic larch stands in Central Siberia: Morphology, physicochemical properties, and specificity of soil organic matter. *Eurasian Soil Science*, 2017, Vol. 50, No.8, p.885–897. doi: [10.1134/S1064229317080117](https://doi.org/10.1134/S1064229317080117)
22. Turusov V.I., Salnikov R.V. Change of microflora and group composition of soil humus depending on the level of crop rotation. *Tsentrallyy nauchnyy vestnik (Central Scientific Herald)*, 2019, Vol.4, No.3(68), p.20–21. (in Russian). eLIBRARY ID: [36921216](https://elibrary.ru/36921216)
23. Turusov V.I., Cheverdin Yu.I., Titova T.V., Bepalov V.A., Garmashova L.V. The change and relationship of physical and microbiological parameters of the South-East of the Central-Chernozem Zone meadow soils as a result of agrogenesis. *Problemy agrokhimii i ekologii (Problems in Agrochemistry and Ecology)*, 2019, No.1, p.58–63. (in Russian). doi: [10.26178/AE.2019.88.70.010](https://doi.org/10.26178/AE.2019.88.70.010)
24. Khojimurodova N., Raupova N. Microbiological activity of the old irrigating and new irrigating alluvial meadow soils. *Bulletin of Science and Practice*, 2019, Vol.5, No.3. p.27–33. (in Russian). doi: [10.33619/2414-2948/40/03](https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/03)
25. Chertov O.G., Nadporozhskaya M.A. Humus forms in forest soils: concepts and classifications. *Eurasian Soil Science*, 2018, Vol. 51, No.10, p.1142–1153. doi: [10.1134/S1064229318100022](https://doi.org/10.1134/S1064229318100022)
26. Chuldiene S., Aleinikoviene Y., Murashkiene M., Marozas B., Armolaitis K. Decay and preservation of torganic compounds and nutrient elements in leaves' liter after the winter season under the European larch, common beech and red oak stands in Litva. *Pochvovedenie*, 2017, No.1, p.56–63. (in Russian). doi: [10.7868/S0032180X16110022](https://doi.org/10.7868/S0032180X16110022)
27. Shevkoplyas-Gurieva N.A., Sivkova G.A. Determination of content of organic substance (humus) and exchange acidity of the soil. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti (Safety of life activities)*, 2019, No.5(221), p.57–60. (in Russian). eLIBRARY ID: [38288011](https://elibrary.ru/38288011)

28. Shirokikh I.G., Kozlova L.M., Shirokikh A.A., Popov F.A., Tovstik E.V. Effects of tillage technologies and application of biopreparations on micromycetes in the rhizosphere and rhizoplane of spring wheat. *Eurasian Soil Science*, 2017, Vol. 50, No.7, p.837–843. doi: [10.1134/S1064229317070110](https://doi.org/10.1134/S1064229317070110)
29. Shirokikh I.G., Shirokikh A.A. Antagonism and resistance to antibiotics of actinomycetes from soils of three specially protected natural territories. *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No.10, p.1203–1210. doi: [10.1134/S1064229319100132](https://doi.org/10.1134/S1064229319100132)
30. Anderson J.P.E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biol. Biochem*, 1978, Vol.10, No.3, p.215–221. doi: [10.1016/0038-0717\(78\)90099-8](https://doi.org/10.1016/0038-0717(78)90099-8)
31. Baveye P. C., Palfreyman J., Otten W. Research efforts involving several disciplines: adherence to a clear nomenclature is needed. *Water Air Soil Pollution*. 2014, Vol.225, No.6, Art. 1997. doi: [10.1007/s11270-014-1997-7](https://doi.org/10.1007/s11270-014-1997-7)
32. Berry D. A p-Value to Die For. *Journal of the American Statistical Association*. 2017, Vol.112, No.519, p.895–897. doi: [10.1080/01621459.2017.1316279](https://doi.org/10.1080/01621459.2017.1316279)
33. Brookes P. Lean and keen: microbial activity in soils from the Maritime Antarctic. *Microbes Environ.*, 2001, Vol.16, No.3, p. 131–140.
34. Coleman, D.C. *Through a ped darkly – an ecological assessment of root soil-microbial-faunal interactions*. In book: *Ecological Interactions in the Soil: Plants, Microbes and Animals*; Fitter, A.H., Atkinson, D.; Read, D.J.; Usher, M.B., Eds. Blackwells: Oxford, United Kingdom, 1985; Iss.4, p.1–21.
35. Ding L., Wang P., Zhang W., Zhang Y., Li S., Wei X., Chen X., Zhang Y., Yang F. Soil stoichiometry modulates effects of shrub encroachment on soil carbon concentration and stock in a subalpine grassland. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 2020, Vol.13, No.1, p.65–72. doi: [10.3832/ifor3091-012](https://doi.org/10.3832/ifor3091-012)
36. Goodman S. Why is Getting Rid of p-Values So Hard? Musings on Science and Statistics. *The American Statistician*, 2019, Vol.73, No. sup1., p.26–30. doi: [10.1080/00031305.2018.1558111](https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1558111)
37. Hubbard D., Carriquiry A. Quality Control for Scientific Research: Addressing Reproducibility, Responsiveness and Relevance. *The American Statistician*. 2019, Vol.73, No. sup1., p.46–55. doi: [10.1080/00031305.2018.1543138](https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1543138)
38. Koptsik G., Lofts S., Karavanova E., Naumova N., and Rutgers M. *Heavy Metals in Forest Soils: Speciation, Mobility, and Risk Assessment*. New Delhi: Oxford and IBH, 2005, p. 252.
39. McShane B.B., Gal D., Gelman A., Robert C., Tackett J. L. Abandon Statistical Significance. *The American Statistician*, 2019, Vol.73, No. sup1., p.235–245. doi: [10.1080/00031305.2018.1527253](https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1527253)
40. NAL Agricultural Thesaurus. *Heat sums* [Internet Resource] URL: <https://agclass.nal.usda.gov/mtwdk.exe?k=default&l=60&w=2176&s=5&t=2> (accessed on March 22, 2020)
41. Oxford Reference. *Accumulated temperature* [Internet Resource] URL: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110810104313573> (accessed on March 22, 2020)
42. Skinner F.A., Jones C. T., Mollison J.E. A Comparison of a Direct- and a Plate-counting Technique for the Quantitative Estimation of Soil Microorganisms. *J. Gen. Microbiol.*, 1952, Vol.6, p.261–271. doi: [10.1099/00221287-6-3-4-261](https://doi.org/10.1099/00221287-6-3-4-261)
43. Smith M.L., Bruhn J.N., Anderson J.B. The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. *Nature*, 1992, Vol.356, p.428–431. doi: [10.1038/356428a0](https://doi.org/10.1038/356428a0)
44. Waksman S.A. What is humus? *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 1925, Vol.11, p.463–468. doi: [10.1073/pnas.11.8.463](https://doi.org/10.1073/pnas.11.8.463)
45. Waksman S.A. *Humus. Origin, Chemical Composition and Importance in Nature*. Baltimore: Williams and Wilkins Company, 1936. 508 p.
46. Wasserstein R.L., Schirm A.L., Lazar N.A. Moving to a World Beyond “p<0.05”. *The American Statistician*, 2019, Vol.73, No. sup1, p.1–19. doi: [10.1080/00031305.2019.1583913](https://doi.org/10.1080/00031305.2019.1583913)

Received 24 March 2020

Accepted 30 May 2020

Published 01 June 2020

About the authors:

Savenkov Oleg A. – Cand.Biol. Sci., Senior Researcher in the Laboratory of Agrochemistry, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia; savenkov@issa-siberia.ru

Naumova Natalia B. – Cand.Biol. Sci., Leading Researcher in the Laboratory of Agrochemistry, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia; naumova@issa-siberia.ru

The authors read and approved the final manuscriptThe article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)