

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента**

**на диссертацию на соискание ученой степени**

**кандидата биологических наук Ключевой Валерии Валерьевны**

**на тему: «Реологические свойства почв и их связь с физическими и химическими свойствами на примере дерново-подзолистой почвы и чернозема типичного»**

**по специальности 06.01.03 – «Агрофизика» (биологические науки)**

### **Актуальность.**

Структура почвы во многом определяет функционирование почв: обеспечение ее продуктивности, сохранение запасов углерода, устойчивость к механическим и водным воздействиям. Оценка структуры почвы методами реологии дает возможность получить количественную характеристику устойчивости структуры почвы к механическим воздействиям, ее зависимости от химических и физических свойств твердой фазы, что является актуальной задачей агрофизики сегодняшнего дня в условиях усиления антропогенной нагрузки.

**Степень обоснованности научных положений и выводов диссертации, их достоверность.**

Целью работы явились исследования реологических свойств дерново-подзолистых почв и черноземов типичных и их взаимосвязи с физическими и химическими свойствами. Поэтапное решение поставленных задач позволило автору достичь заявленной цели работы. Выводы диссертации достоверны, отражают проведенные экспериментальные исследования.

Исследования проведены на современном оборудовании доказавшими применимость в почвенных исследованиях методами. Полученные результаты статистически обработаны методами вариационной статистики в программах STATISTICA и Microsoft Excel.

### **Научная новизна.**

Впервые методом амплитудной развертки на реометре MCR-302 (Anton Paar, Austria) исследованы реологические характеристики почв с ненарушенной структурой, а именно черноземов типичных Курской области и дерново-подзолистых почв Московской области различных биоценозов. Проведено сравнение реологических показателей гомогенизированных почв с почвой естественной структуры. Установлены зависимости между реологическими показателями и физико-химическими свойствами почв. Впервые проведено сопряженное определение структуры порового пространства ненарушенных монолитных почвенных образцов на микротомографе SkyScan 1172 (Bruker, Belgium) и

реологических характеристик на реометре MCR-302. Выявлены зависимости между реологическими и томографическими показателями (общей и открытой пористостью).

#### **Практическая значимость.**

Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы при комплексном изучении почвенной структуры, оценке влияния на реологические параметры почв физических, химических, биологических, антропогенных факторов (в том числе переуплотнение при воздействии сельскохозяйственной техники), для прогноза устойчивости почв к механическим воздействиям. Результаты исследований могут использоваться в учебном процессе в курсах по физике твердой фазы почв, а также для решения многих задач в области физики почв, агрофизики и грунтоведения.

#### **Структура и объём диссертации.**

Диссертационная работа содержит 142 страницы, состоит из оглавления, введения, 3 глав, заключения, выводов, списка сокращений, списка литературы из 171 источника, в том числе 88 на иностранном языке, также включает 3 приложения, 25 таблиц, 29 рисунков и 10 формул.

#### **Анализ содержания работы.**

В первой главе автором дан обзор представлений о структурной организации почв. Проведен тщательный анализ отечественной и зарубежной литературы, методических аспектов исследования структуры почв методами реологии. Приведенный обзор литературы показал диагностическое и практическое значение реологического анализа почв и выявил ряд нерешенных методических вопросов.

Во второй главе подробно рассмотрены и охарактеризованы объекты исследования – дерново-подзолистые почвы и черноземы типичные, находящиеся в различных условиях землепользования. Дано описание выбранных методов исследования, методик работы на приборах, условий проведения экспериментов, получения и обработки экспериментальных данных. Исследования проведены соискателем на современном оборудовании: реологические параметры определены методом амплитудной развертки на модульном компактном реометре MCR-302 с измерительной системой параллельных плато диаметром 25 мм (PP-25), томографические исследования структуры монолитных образцов проведены на рентгеновском микротомографе SkyScan 1172 с последующей обработкой и расчетами объемных морфометрических показателей, гранулометрический состав почв определялся методом лазерной дифракции на приборе Analysette 22 (Fritsch, Германия) с предварительной ультразвуковой диспергацией почвенной суспензии.

В третьей главе рассмотрены результаты исследования и приведено их обсуждение.

Структурное состояние исследуемых почв оценивалось по реологическим параметрам (деформация  $\gamma_L$  и модуль накопления  $G'_L$  диапазона линейной вязкоупругости, деформация  $\gamma_F$  в точке Crossover) образцов с ненарушенной (монолиты) и искусственно созданной (пасты) структурой при заданных пределах влажности (капиллярное насыщение) и воздействия. Показано, что стандартный метод подготовки исследуемых почв к анализу (приготовление паст) для оценки их устойчивости к деформации при капиллярном насыщении менее информативен, чем предлагаемый в работе метод – метод монолитов. Последнее связано с нивелирующим действием пленок воды в пастах при капиллярном насыщении. Оценка структуры почвенных горизонтов по реологическим показателям в монолитах позволила выявить соискателю их значимые отличия (устойчивость к деформации), соответствующие морфологии почв, их физическим, химическим свойствам, поровому пространству, последнее было подтверждено данными томографической съемки. Установлено, что одним из главных факторов, влияющим на реологические показатели исследуемых почв, является органическое вещество и, как следствие, пористость, определяемая им в значительной степени. Изученные почвы с большим содержанием органического вещества и большей пористостью показали наибольшую устойчивость к деформации.

Экспериментальные результаты статистически обработаны, достоверны, что делает работу обоснованной.

Результаты и выводы, приведенные в диссертации, согласуются с современными представлениями в данном направлении исследований.

Содержание диссертационной работы в полной мере отражено в автореферате.

**Основное содержание работы изложено в статьях и представлено на конференциях** различного уровня. По теме диссертации опубликовано 6 статей, из которых 5 – в рецензируемых журналах из списка RSCI, 1 – в Scopus, а также 12 статей в сборниках материалов конференций.

**К достоинствам** работы можно отнести следующее.

В работе Ключевой Валерии Валерьевны использован новый в отечественном почвоведении реологический метод амплитудной развертки, показана возможность его использования для почвенных образцов с различной структурой. Автор впервые провел исследования на дерново-подзолистых почвах и черноземах типичных естественного сложения и достаточно подробно описал их реологическое поведение. Различными статистическими методами автором были выявлены и оценены взаимосвязи между изученными реологическими показателями почв и их физическими и химическими

свойствами. Проведенный сопряженный анализ структуры порового пространства (томографическая съемка) и реологических свойств позволил автору оценить степень их взаимосвязи. Следует также отметить высокое качество оформления работы и подачи материала.

Однако, несмотря на указанные достоинства работы, в диссертационной работе имеется несколько **замечаний**:

1) на стр. 53 текста диссертации указано, что гранулометрический состав почвенных образцов определялся во фракции менее 0.25 мм, соответственно содержание физической глины рассчитывалось в этой фракции.

2) следует отметить наличие стилистических и терминологических погрешностей в тексте диссертации (Глава 1):

– стр. 15: прочность контактов с газообразной фазой гораздо больше прочности контактов с водной фазой;

– стр. 27: вещества - *катионы*;

– стр. 28:  $\text{Na}^+$  *неплотно* адсорбируется поверхностью глинистых частиц.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают общей оценки работы. Диссертация Ключевой В. В. выполнена на высоком теоретическом и современном методическом уровне. Содержит новый большой экспериментальный материал, который статистически обработан и достоверен. Выводы диссертации логично вытекают из экспериментальных данных и отражают основные моменты диссертации.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 06.01.03 – Агрофизика (биологические науки), а также критериям, определенным п.п. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5,6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Ввиду вышесказанного, соискатель Ключева Валерия Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 06.01.03 – Агрофизика (биологические науки).

Официальный оппонент: Харитоновна Галина Владимировна

Степень, звание, должность, полное место работы (с подразделением): д.б.н. гл.н.с. ФГБУН  
Институт горного дела ДВО РАН, отдел водных и экологических проблем

Харитоновна Г.В.

07.10.2019

Подпись Г.В.Харитоновой удостоверяю:

Ученый секретарь ФГБУН Институт горного дела ДВО РАН

Кандидат технических наук С.И. Корнеева



Контактные данные:

Раб.телефон 8(4212) 32-79-27, раб. элект.почта adm@igd.khv.ru

Полное название места работы ФГБУН Институт горного дела ДВО РАН

Адрес места работы: 680000, г. Хабаровск, ул. Тургенева, д. 51

Специальность, по которой оппонентом защищена диссертация:

Шифр, название 06.01.03 - Агрофизика