

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию *Полякова Вячеслава Игоревича*
«*Органическое вещество криогенных почв дельты реки Лены:*
содержание, состав, свойства», представленной
на соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальности *1.5.19. Почвоведение*

Актуальность темы диссертации. Интенсивная деградация многолетнемерзлых пород и высвобождение биогенных элементов из почв, подверженных влиянию многолетнемерзлых пород, может привести к увеличению эмиссии парниковых газов в атмосферу, а также трансформации части ландшафтов. Криолитозона включает до 27% территории материков, находящейся выше 50° с.ш., в ее почвах и многолетнемерзлых породах накоплено около 1600 Пг органического углерода. Почвенное органическое вещество – это продукт, который аккумулируется в почве в виде неразложившихся, а также различной степени разложения органических остатков. Почвенное органическое вещество поддерживает ключевые экологические функции почвы и обеспечивает имплементацию таких экосистемных услуг, как регулирование климата, круговорот питательных веществ и производство первичной продукции, поскольку оно имеет решающее значение для стабилизации структуры почвы, регулирования режимов питания растений и водного режима почвы. Влияние сурового климата на арктические почвы приводит к аккумуляции и депонированию преимущественно слаборазложившихся растительных остатков, а их роль в обеспечении стабильности гумусферы оценена лишь поверхностно. В связи с этим, особое внимание приковано к мониторингу арктических почв, в частности темпам гумификации и стабилизации почвенного органического вещества в условиях развития криогенных процессов. Дельта реки Лены является крупнейшим ландшафтным комплексом, расположенным в Арктике, где формирование почв определяется рельефообразующими процессами и почвенным криогенезом. Условия, в которых развиваются почвы дельты, сильно отличаются от почв арктических континентальных и прибрежных районов. Влияние реки, оказывающей тепляющий эффект, приводит к формированию высокопродуктивных фитоценозов на относительно молодых участках дельтового комплекса, низкой степени проявления криогенных процессов в дельте. Из-за сложной геоморфологической организации дельты, здесь развиваются различные по генезису почвы и аккумулируется существенное количество почвенного органического вещества.

Цель исследования сформулирована четко и логично. Поставленные диссертантом четыре задачи логически выстроены и взаимосвязаны.

Защищаемые положения. Три защищаемые диссертантом положения ясно сформулированы и изложены.

Научная новизна исследования очевидна и неоспорима. Исследования в дельте реки Лены проводятся уже более двадцати лет в рамках международного сотрудничества. Для криогенных почв данного региона существенная часть результатов приведена впервые. Получены сведения о химических и биологических свойствах криогенных почв крупнейшего дельтового комплекса арктической зоны, а также охарактеризовано его почвенное разнообразие. В ходе выполнения работы с использованием современных инструментальных методов

анализа состава органического вещества получены уникальные данные о молекулярном и элементном составе гуминовых кислот, извлеченных из криогенных почв дельты. В почвах дельты впервые изучены особенности трансформации минеральной части почв в условиях криогенеза при помощи микроморфологического анализа почвенных микрошлифов. Получены новейшие данные о накоплении и трансформации химических соединений в почвах дельты и их связи с деятельностью крупной реки. Опробован метод почвенно-геоморфологического картографирования территории дельты реки Лены на основе высокоточных снимков с беспилотных летательных аппаратов, позволивший выделить различные элементы ландшафта и связанные с ними почвы, в дальнейшем данный метод может быть использован для картографирования труднодоступных мест.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Степень достоверности результатов исследований обусловлена достаточностью количества проведенных лабораторных и полевых исследований, применением современных инструментальных методов исследования, а также статистической обработкой полученных результатов.

Практическая ценность полученных результатов. Метод почвенно-геоморфологического картирования на основе использования беспилотных летательных аппаратов может быть использован для исследования труднодоступных участков Арктики. Результаты работы могут быть использованы при чтении лекционных курсов по таким дисциплинам как «Экология почв», «Химия почв» и др. Исследование ориентировано на реализацию: перечня «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» (Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. N 164); «Целей устойчивого развития ООН и России. Борьба с изменением климата» (2016); инициативы «4 на 1000 (4 промилле) новые осязаемые глобальные вызовы для почв» (2019); проекта по созданию сети «Карбоновые полигоны России»; важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИП ГЗ) «Национальная система мониторинга динамики климатически активных веществ в наземных экосистемах РФ».

Значимость результатов для науки. Полученные данные могут быть использованы при моделировании глобального цикла углерода в северных широтах и почвах, подверженных влиянию многолетнемерзлых пород. Использование полученных результатов делает возможным прогнозирование вклада почвенного органического вещества, находящегося в мерзлых породах, на изменение климата планеты.

Апробация работы и публикации. Материалы диссертации опубликованы в 13 статьях в рецензируемых изданиях из списка ВАК, в том числе в 11 статьях в журналах международных баз Web of Science и Scopus, в 10 публикациях в сборниках материалов российских и международных конференций, а также получено свидетельство о регистрации базы данных. Основы данной диссертационной работы доложены на научных российских и международных конференциях. Количество, характер и содержание публикаций не вызывает сомнений и подтверждает уровень исследований кандидата наук.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 201 странице, состоит из введения, обзора литературы, объектов и методов исследования, результатов исследования и их обсуждения, выводов, списка литературы,

включающего 267 наименований, среди которых 148 источников на русском языке и 119 – на иностранном, а также приложений. Работа изложена на 201 странице машинного текста, включая 13 таблиц, 40 рисунков и приложения.

В первой главе рассматриваются вопросы формирования арктических почв, история развития почвенного криогенеза в России. Представлен обзор работ, направленных на изучение основных почвообразовательных процессов, действующих в Арктической зоне. Рассмотрены особенности формирования почв в поймах рек, история изучения строения гумусовых веществ, основные методы анализа состава органического вещества почв, а также механизмы стабилизации органического вещества почв.

Во второй главе подробно рассмотрены объекты и методы исследования. В главе для дельты р. Лена приведены морфометрические характеристики, показаны особенности ландшафтного районирования, расход воды, даны климатические параметры. Для дельты описана геокриологическая обстановка, охарактеризованы особенности активного слоя, подверженного процессам сезонного промерзания и оттаивания. Показана сложность геологического строения при относительной однородности плаща четвертичных отложений. Выделены и охарактеризованы геоморфологические уровни, показаны особенности пространственной дифференциации растительного покрова дельты. В подглаве 2.2. дана подробная характеристика ключевых районов исследования. В подглаве 2.3. приведены методы исследования: физические, химические, биологические, картографические и статистические.

Третья глава посвящена закономерностям криогенного почвообразования в дельте реки Лены. В подглаве 3.1. приведена морфометрическая характеристика исследуемых почв дельты и их положение в системе почвенной классификации. Для анализа разнообразия почв приведено их морфологическое описание в зависимости от топографического положения и соответственно времени формирования. Приведена подробная характеристика почв следующих геоморфологических уровней: 1. первой террасы, где почвы сформировались в условиях влияния реки, и на аллювиальных отложениях раннего голоцена; 2. второй террасы, где почвы сформировались на отложениях позднего плейстоцена; 3. третьей террасы, где почвы образовались на породах раннего голоцена – позднего плейстоцена; 4. коренного берега, где в основном развиты зональные почвы. Река оказывает тепляющий эффект на почвы, что отражается в относительно низкой степени развития криогенных процессов в почвах, формирующихся на первой террасе. Почвы второй и третьей террасы образуются под действием зональных факторов почвообразования, т.к. длительное время не подвергаются периодическому затопливанию. В подглаве приведены результаты почвенно-геоморфологического картирования о. Самойловский на основе снимков беспилотных летательных аппаратов. Данный метод картографирования позволяет выделить почвы основных исследуемых отделов. В подглаве 3.2. рассмотрена физико-химическая характеристика почв дельты реки Лены. Для исследуемых почв приведены и проанализированы кислотно-основные параметры, физические свойства, химический состав. В подглаве 3.3. рассмотрены микроморфологические особенности разновозрастных криогенных профилей.

В четвертой главе дана подробная характеристика органического вещества почв дельты реки Лены, проанализированы его запасы, содержание и молекулярное строение. В подглаве 4.1. рассмотрена микробиологическая активность почв и уровни потенциального минерализуемого углерода. Содержание

и запасы почвенного органического вещества в различных ландшафтных позициях дельты реки Лены подробно рассмотрены в полглаве 4.2. Наибольшие запасы углерода характерны для стратоземов, что связано с процессами стратификации и периодическим отложением свежего речного аллювия на погребенных органоминеральных почвенных горизонтах. В условиях высокой аэрации и накопления большого количества химических соединений в почвах данного типа формируются благоприятные микробиологические условия, что приводит к образованию и трансформации гумуса. Почвы, принадлежащие к стволам постлитогенного и органогенного образования, отличаются меньшим запасом гумуса, это связано с накоплением почвенного органического вещества в верхних горизонтах, тогда как в нижележащих горизонтах почв, содержание органического углерода относительно низкое.

Результаты исследований по молекулярному строению почвенного органического вещества приведены в подглаве 4.3. В данной подглаве приведена характеристика гуминовых кислот, извлеченных из почв и осадков ледового комплекса, из почв аласа (о. Курунгнах), почв Харулахского хребта и кряжа Чекановского, почвоподобного тела ледового комплекса, почв второй террасы, почв «спущенного» озера острова Курунгнах третьей террасы. В подглаве оценены темпы стабилизации органического вещества в почвах и отложениях ледового комплекса второй и третьей террасы, а также коренных берегов дельты. Показано внутрипрофильное распределение гуминовых кислот из почв второй и третьей террасы. Проведены исследования по трансформации погребенного почвенного органического вещества, приведены результаты по эмиссии метана и углекислого газа из погребенного органического вещества. В исследуемых препаратах ГК накапливается до 42% ароматических структурных фрагментов, что обуславливает стабилизацию органического вещества в почвах. Стабилизация ПОВ определена длительностью трансформации органического вещества под действием криогенеза и качеством прекурсоров гумификации.

Актуальность темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость представленного диссертационного исследования не вызывают сомнения. Данная работа выполнена на высоком научном и методологическом уровне. Защищаемые положения отвечают цели и задачам данной работы, выводы достоверны и сделаны на основе анализа большого объема полученных данных. Диссертация Полякова В.И. представляет собой самостоятельную, законченную, оригинальную исследовательскую научно-квалификационную работу, написанную хорошим языком. Достоинства работы многочисленны и неоспоримы, хотя есть небольшие замечания и вопросы:

Стр. 13, 14. Не совсем четкое разделение условий почвообразования между Арктической и Субарктической зоной при описании особенностей формирования почв.

Стр. 14. Термин «арктическая подзона» переплетается с термином «арктическая зона», хотя здесь речь идет о подзоне арктических тундр.

Стр. 16. «Длительное влияние криогенных процессов на почву приводит к формированию термокарста в мерзлотных почвах». Перед этим предложением речь идет о криогенезе и промерзании почв, термокарст же больше следствие протаивания льдистых горизонтов при климатических и ландшафтных изменениях.

Стр. 21. «Если почва подстиляется слоем мерзлоты....» следует понимать, как подстиляется многолетнемерзлыми породами.

Стр. 22. Речь идет о криогенной структуре или почвенной структуре в криометаморфических почвах?

Стр. 22. Примечание: криометаморфические почвы также очень широко распространены в природной зоне лесотундры.

Стр. 24. «В переходной зоне между лесотундрой и тундрой происходит формирование почв с признаками подзолообразования». Между тайгой и тундрой?

Стр. 41. Не указано годовое количество осадков.

Стр. 42. «Температура поверхности почвы в течение года колеблется от +20°C до -35°C. Февраль отличается самой низкой температурой почвы: -24,4°C.» Очевидно, что здесь идет речь как об абсолютных, так и среднемесячных температурах.

Стр. 41-42. Не хватает карты дельты р. Лены с ее геолого-ландшафтной дифференциацией.

Стр. 43. Не указана льдистость верхней части четвертичной песчано-алевритовой толщи.

Стр. 54. Отчасти дискуссионно не выделение собственно аллювиальных почв в дельте, но тем не менее точка зрения с включением их в стратоземы в работе приведена. Однако, с точки зрения географических и геоморфологических позиций целесообразно выделять аллювиальные почвы. Кроме того, полное название почвы тоже может нести определенное противоречие, к примеру «Стратозем серогумусовый на аллювиальных песках».

Стр. 60. Рисунок 3.2. с криоземом помещен в раздел глеевых почв. Нет упоминания об охристой кайме для криогенно-ожелезненных глееземов.

Стр. 61. Торфяные почвы по WRB должны классифицироваться как Histosols. Какова мощность торфа в торфяно-эутрофной почве? На стр. 67 указано, что глубина сезонного протаивания в них 29 см, но подстилающие многолетнемерзлые горизонты тоже охватывают торфяную толщу судя по схеме 3.3.

Стр. 67. Есть ли объяснение почему торфяные почвы в аласе формируются не на его дне, а в нижних частях склонов?

Стр. 70. Рисунок 3.6. Для заболоченной территории не показаны типы почв. Почему глеевые почвы обозначаются как интразональные? Они характерны для тундровой зоны и в дельте представлены на всех террасах.

Стр. 76. Таблица 3.4. Термин «слоисто-эоловая» — какое название и классификационное положение почвы?

Стр. 85. Рисунок 3.13. Не хватает названия факторов на осях.

Стр. 98. «Участки с наибольшим содержанием ПОВ находились в зоне распространения криоземов и торфяных почв». Стр. 99. «Наибольшие запасы углерода характерны для стратоземов...». Возникает некоторое противоречие между предложениями.

Стр. 100. Относительно низкие запасы углерода в торфяной почве могут быть связаны с малой мощностью торфа? и какой именно?

Стр. 101. Что означает элемент рельефа «вершина аласа»? Аласы — отрицательные формы рельефа. То же касается и термина «подножие аласа». В таблице 4.1. не на всех позициях рельефа указана глубина кровли ММП.

Стр. 113. Что означает термин «вершина террасы»?

Стр. 114. Не указаны глубины отбора проб.

Стр. 117. Значения содержания углерода сравниваются между криоземом грубогумусовым (Y1) (о. Курунгнах) и криоземами (тоже о. Курунгнах) без их уточнения.

Стр. 122. Второе предложение очень сложно подчиненное. Озерные осадки не могут быть перекрыты почвами в результате береговой абразии, ведь тогда еще существовало озеро.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертационная работа «*Органическое вещество криогенных почв дельты реки Лены: содержание, состав, свойства*» соответствует требованиям пп. 9–14 и 24 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013, а ее автор, *Поляков Вячеслав Игоревич*, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.19. Почвоведение.

Официальный оппонент:

Старший научный сотрудник отдела почвоведения Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».
(адрес организации: 167982, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, д. 28, ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, отдел почвоведения;

Тел.: +7(8212)245115,

e-mail: directorat@ib.komisc.ru,

сайт: <https://ib.komisc.ru/rus/>),

доктор географических наук (1.6.12 –

Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов), без звания.

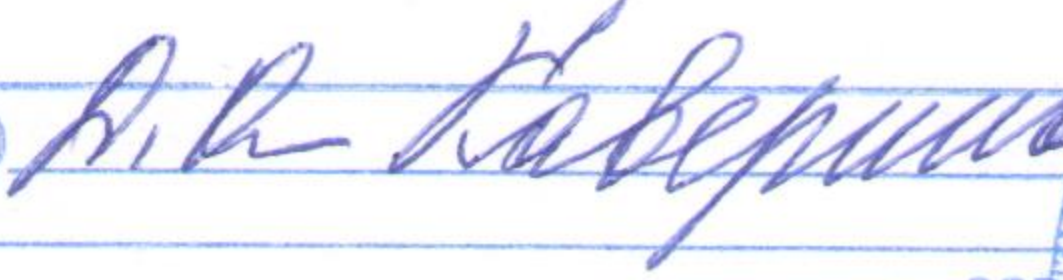


Каверин Дмитрий Александрович

15.04.2025

Подпись Д.А. Каверина удостоверяю

Ведущий документовед

Подпись (и)	
Ведущий документовед Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»	
О.Л. Заболоцкая	
15 апреля 2025 г.	

О.Л. Заболоцкая