

## ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации **Королевой Екатерины Сергеевны** **«Развитие полигональных торфяников под воздействием изменений природных условий Пур-Тазовского междуречья Западной Сибири»**, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7. – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Арктика в настоящее время является ключевым экономическим районом Российской Федерации, хотя плотность и общая численность населения здесь крайне невелики. Многолетнемёрзлые породы (ММП) в значительной степени определяют сущность проблем освоения Арктики, в том числе не только в прикладном аспекте, но и в части углубления фундаментальных знаний о природных процессах происходивших в прошлые климатические циклы и ныне развивающиеся в криолитозоне в условиях положительного климатического тренда. Работа посвящена исследованию торфяников одного из северных районов Западной Сибири. Торфяники являются распространенным природным объектом на севере Западной Сибири и на Европейском севере России, поэтому исследование их строения, механизмов происходящих в них криогенных процессов важно, во-первых, само по себе для использования в практической и хозяйственной деятельности, во-вторых, как показатель развития в голоцене западного сектора Севера Российской Арктики, выявления единства и различий в формировании природы севера Западной Сибири и Европейской территории России.

В работе Е. С. Королевой основным объектом изучения являются полигональные торфяники субширотной полосы южной тундры-северной лесотундры Западной Сибири, подверженные в настоящее время заметным изменениям из-за потепления климата. Это обстоятельство, в частности, сильно осложняет функционирование линейных сооружений. Актуальность темы бесспорна, так как изменения природы, как колебательные, так и поступательные, сейчас в центре внимания исследователей. К тому же неоспоримо то обстоятельство, что имеются пробелы в наших знаниях о строении и свойствах мерзлого и талого торфа.

Исследование проводилось с использованием, преимущественно различных полевых и аналитических методов исследования торфов, что позволило получить аргументированные выводы и, как результат, разработать феноменологическую модель стадийного развития органических пятен-медальонов, которая, по нашему мнению, является несомненным вкладом в фундаментальные исследования криолитозоны в целом.

Участие автора в выполнении работы самое непосредственное. Фактический материал Е. С. Королева получила сама во время полевых работ на севере Западной Сибири. Аналитические исследования были проведены в специализированных подразделениях СО РАН, после чего автором проведена сложная и многообразная обработка материалов, которая показала полное владение методами исследования, в том числе палеогеографическими.

Автором проведено изучение криолитологического строения торфяников ключевых участков, морфологии и распространения органических пятен-медальонов в них, а также их строения и свойств, определены типы льдов.

Основная задача автора – разработать феноменологическую модель стадийного развития органических пятен-медальонов – включает в себя множество составляющих, в том числе малоисследованный блок знаний об индикаторных свойствах переходного и промежуточного слоев в органогенных грунтах. Решение этой задачи позволило Е. С. Королевой сформулировать ряд положений, составляющих научную новизну работы.

Несомненным открытием Н.С. Королевой является то, что основной механизм образования пятен-медальонов кроется в переходном и промежуточном слоях. Ею впервые установлены признаки промежуточного слоя в полигональных торфяниках: набор криогенных текстур особенности льдов, повышенная льдистость, криотурбации, которые можно воспринимать в качестве индикационных показателей. Исследования контактов ледяная жила - грунт позволили выделить два промежуточных слоя различного голоценового возраста. Следует отметить, что исследования полигональных торфяников, пусть даже не в таком комплексе, проводились и в Большеземельской тундре. Их описательная часть практически полностью совпадает с той, что приводится в работе Е. С. Королевой, а криогенные характеристики промежуточного слоя (хотя его так не называли) широко использовались при применении криотекстурного метода. Изменения физических свойств торфа по глубине аналогичны. Также описывались сингенетические ледяные жилы, их ростки, криотурбации в вышележащих горизонтах, но глубоких исследований, включая датировку вмещающих жилы отложений, не проводилось. Очевидно, что выделение промежуточного и переходного слоев в голоценовых горизонтах торфа имеет важное значение для решения палеогеографических задач. Это обстоятельство увеличивает ценность работы, указывает на её универсальность и глубокую теоретическую проработанность.

Несомненным фундаментальным достижением работы Е. С. Королевой является феноменологическая модель стадийного развития органических

пятен-медальонов. Они также широко распространены в криолитозоне. В Большеземельской тундре, например, они практически повсеместно отмечаются при описаниях урочищ плоских и полигональных торфяников в тундре, где ММП имеют сплошное распространение; менее всего встречаются в зоне массивно-островных ММП (южная лесотундра). Для разработки этой модели понадобилось осмысление результатов как полевых, так и широкого спектра аналитических исследований. Впервые установлено, что торфяные пятна-медальоны – процесс летнего ряда. Выявлены причины различного распределения влажности и плотности в торфяных пятнах, пластично-вязкое и одновременно плотное состояние приповерхностного слоя торфа (слой 3). Последнее обстоятельство обеспечивает благоприятные условия для разрыва этого слоя даже при небольшом увеличении давления. Это давление возникает при выделении газа из промежуточного слоя при неравномерном увеличении глубины сезонного протаивания. Газ образуется в результате «взрывного роста» законсервированных в промежуточном слое бактерий после оттаивания этого слоя. Плотный слой торфа (слой 3) служит как бы крышкой, образуя ловушку для газов, что позволяет довести давление газов до критических значений, достаточных для разрыва слоя и излияния водонасыщенной органической массы на поверхность. Приведена доказательная база того, что торфяные пятна-медальоны являются результатом именно такого механизма их образования, выявлено влияние органических пятен-медальонов на рельеф полигональных торфяников, отмечена их индикаторная роль при оценке положения кровли ММП на фоне повышения летних температур.

Помимо отмеченной ценности проведенных исследований для науки, результаты работы указывают на направления её практического применения. Так, при сохранении современных тенденций изменения климата в отдельных случаях следует ожидать активизации термокарстовых процессов под озерами и термоэрозионных – в хасырях, то есть вполне вероятно дальнейшая перестройка рельефа поверхности полигональных торфяников, что необходимо принимать во внимание при освоении территории.

Работа сложная, вскрывает многосторонние и очень тонкие взаимосвязи в динамике криогенной системы. В этом заслуга автора. Но написана работа, хотя и очень культурным грамотным языком, но не всегда четко. Некоторые позиции вызывают вопросы. В качестве скорее пожеланий, чем замечаний хотелось бы отметить некоторые из них.

## Глава 2

Автор приводит геокриологическое описание Пур-Тазовского междуречья, которое в соответствии со схемой общего геокриологического

районирования Западной-Сибири, входит в состав Пур-Тазовской области. При этом приводятся частые сравнения с условиями 60-80-х годов XX века со ссылкой на соответствующий том монографии «Геоэкология СССР», 1989 г. В частности, указано, что средняя глубина СТС в 60-80-е годы для торфяников – 0,4 м. Однако, конкретно для Пур-Тазовской области такая информация в монографии отсутствует. К тому же, традиционно в грунтовой разрез СТС не включается живая растительность, конкретно – мохово-растительный покров. Даже используя эту среднюю для Западной Сибири величину СТС, нужно автоматически прибавлять к ней 5-20 см (мощность лишайниково-мохового покрова с очесом, приводимую в описаниях шурфов, заложенных Е. С. Королевой). В этом случае увеличение глубин СТС на торфяниках за последние примерно 40-50 лет при тренде потепления климата не столь заметно.

Есть вопросы к представленным метеоданным и их интерпретации. Автор сравнивает базовые данные по среднегодовым температурам воздуха до 1989 г и за период 2005-2020 гг.: соответственно -8,5 и -6,3 °С, указывая на значительное повышение этой температуры. В соответствии с климатическим районированием, для района кондиционными являются метеоданные ГМС Тарко-Сале. Среднегодовые температуры воздуха за многолетний (до середины 90-х годов XX века) цикл наблюдений (СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», в настоящее время актуализированы как одноименный СП 131.13330.2020) – это -6,5 °С. Разница невелика. Далее анализируются температуры воздуха летних сезонов 2017-2020 гг. (соответственно 9,7, 9,9, 9,8, 10,9 °С), а ведь среднемноголетняя летняя температура воздуха по ГМС +10,0 °С. Создается впечатление, что следует интерпретировать результаты исследований по изменению глубин СТС более осторожно.

Хотелось бы обратить внимание, что, например, в Большеземельской тундре интенсивность пятнообразования на органогенных грунтах на плоских и полигональных торфяниках в 80-е годы и в настоящее время практически одинакова, хотя на севере их встречаемость больше, при этом глубины СТС в зоне сплошного и прерывистого распространения ММП за последние 40 лет увеличились незначительно, а в зоне массивно-островного распространения – практически не изменились. Можно ли интерпретировать эту информацию с точки зрения Вашей модели?

Также есть вопросы к описательной части главы, а именно п. 2.3, в котором приводятся полевые материалы по криогенному строению ключевых участков.

При описаниях всегда приводится мощность мохового или мохово-лишайникового покрова с очёсом (в единственном случае – только очёса), причем этом живой горизонт, который участвует в процессе фотосинтеза и не в полной мере по своим теплофизическим свойствам может быть приравнен к торфу, описывается как часть грунтового разреза, в последующих вне табличных описаниях, а также в таблицах (например, табл. 2) его называют торфом, и из него отбираются пробы на радиоуглеродный возраст. Непонятно, как живой напочвенный покров может иметь возраст 134 года (табл. 1) или 897 лет (табл.3). В табл. 6, 8 радиоуглеродный возраст мха уже не определялся.

### Глава 3

К содержанию этой главы одно пожелание. Рассматриваются экологические последствия возникновения и распространения органических пятен-медальонов, приводится их (последствий) перечисление. Однако, перечисляются не экологические, а геоэкологические последствия, не связанные напрямую с биотой. Следовало бы использовать термин, более соответствующий описанным ситуациям.

Отмеченные недоработки не снижают очень высокого уровня диссертации. Оценивая работу в целом, можно говорить о крупном самостоятельном исследовании большой новизны, выполненном на высоком научном уровне, с использованием новейших методов. Работа цельная и завершённая. В ней содержится богатый фактический материал, представляющий самостоятельную ценность, новая интерпретация этого материала с использованием использованных автором методов. Будущие исследования мерзлых органогенных грунтов не смогут обойти эту работу и, безусловно, будут на нее опираться. Её основные выводы можно смело использовать при преподавании в вузах соответствующих дисциплин.

Е. С. Королевой обоснованы все выводы и выдвинутые научные положения. Как результат решена актуальная теоретическая и методическая задача – исследованы особенности и установлены индикаторные свойства переходного и промежуточного слоев в органогенных грунтах, что позволило разработать феноменологическую модель стадийного развития в теплые сезоны органических пятен-медальонов.

Диссертация «Развитие полигональных торфяников под воздействием изменений природных условий Пур-Тазовского междуречья Западной Сибири», полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, содержание автореферата в полной мере отражает содержание диссертации. Выполнены все требования п.п. 9-14 Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней». Автор диссертации Екатерина Сергеевна Королева несомненно заслуживает

присуждения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7. – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Основные результаты диссертации изложены в 9 публикациях – 4-х статьях в журналах, рекомендованных ВАК, и 5-и в других изданиях, в том числе в материалах Всероссийских и Международных конференций.

Профессор  
кафедры экологии, землеустройства  
и природопользования технологического ф-та  
Ухтинского государственного технического университета,  
доктор географических наук, доцент  
26.04.2022

Г. Г. Осадчая

Осадчая Галина Григорьевна,  
доктор географических наук, доцент,  
профессор кафедры экологии, землеустройства и природопользования Технологического  
ф-та Ухтинского государственного технического университета. Адрес организации:  
169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13. Федеральное государственное  
бюджетное учреждение высшего образования Ухтинский государственный технический  
университет. Официальный сайт - [www.ugtu.net](http://www.ugtu.net)  
Домашний адрес: 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Кремса, д.3, кв. 3.,  
тел. 8912-948-11-73, e-mail [galgriosa@yandex.ru](mailto:galgriosa@yandex.ru).

Подпись Г.Г. Осадчей заверяю,  
секретарь ученого совета ФГБОУ ВО УГТУ



Н. С. Игнатова