

## **ОТЗЫВ**

**Официального оппонента Орлова Тимофея Владимировича**

на диссертацию Дворникова Юрия Александровича

**«ПРОЦЕССЫ ТЕРМОДЕНУДАЦИИ В КРИОЛИТОЗОНЕ И ИХ ИНДИКАЦИЯ ПО  
РАСТВОРЕННОМУ ОРГАНИЧЕСКОМУ ВЕЩЕСТВУ»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

### **Актуальность**

Работа Ю.А. Дворникова посвящена актуальному направлению изучения и мониторинга криогенных процессов на полуострове Ямал. Криогенные процессы, в т.ч. термоденудационные имеют широкое распространение как на полуострове Ямал, так и по всей криолитозоне. Их изучение имеет высокое значение в настоящее время, в первую очередь, в связи с активным современным горнопромышленным освоением.

Труднодоступность региона, высокая стоимость полевых работ делают необходимыми поиск и разработку новых доступных методов наблюдения за активизацией криогенных процессов.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций**

Работа состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы из 181 наименования, в т.ч. 113 англоязычных. Общий объем диссертации 176 страниц, в т.ч. 19 таблиц, 51 иллюстраций, 8 приложений. По теме работы автором опубликовано четыре работы в рецензируемых журналах, 25 работ в материалах конференций, в т.ч. 14 международных.

Глава 1 содержит физико-географическое описание территории, обзор предыдущих исследований развития криогенных процессов (термокарст, термоденудация, термоэрозия и др.). Приведена история активизации термоцирков на полигоне «Васькины дачи».

В главе 2 автор приводит методику измерения окрашенной фракции растворенного органического вещества (ОРОВ) с помощью комплекса полевых, лабораторных и дистанционных методов. Описывает физические причины выявления ОРОВ в разных зонах спектра, методику отбора проб, получения информации об оптической плотности, приводит концентрации ОРОВ в разных зонах озер.

В главе 3 описываются основные факторы, влияющие на концентрацию ОРОВ в озерах Ямала. Среди этих параметров морфометрические особенности озер и их водосборных бассейнов, характер рельефа, особенности растительного покрова и снегонакопления на

территории исследования. Для учета этих параметров автор использует цифровую модель рельефа (ЦМР), построенную по радарным данным, с пространственным разрешением 12 м. Описаны подходы по оптимизации разработки ЦМР. Приведены методика и результаты снегомерной съемки, и ее связь с производными ЦМР. Также в главе показана структура базы геоданных.

Глава 4 посвящена разработанной автором теоретической модели активности термоденудации на основе регрессионного анализа концентрации ОРОВ в озерной воде. В главе обобщены результаты работы, оценена возможность использования ОРОВ, в качестве индикатора активности процесса термоденудации. Статистически доказывается связь ОРОВ с активностью термоцирков по берегам озер. Приводятся данные о динамике термоцирков на изучаемой территории за 2012-2015 гг.

Наиболее значимыми представляются следующие достижения диссертанта:

1. Предложен комплекс методов, позволяющий связать концентрацию ОРОВ с активностью термоденудационных процессов, а затем распространить информацию об активности термоденудационных процессов на значительные территории.
2. Получены новые данные о глубинах озер и объемах, содержащейся в них воды, концентрациях ОРОВ.
3. Установлены статистические зависимости активности процессов термоденудации и концентрации ОРОВ в озерах.
4. Установлено распределение активности отступления термоцирков во времени.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о значительной обоснованности полученных результатов. Об этом говорит широкий комплекс используемых методов, включающих гидрогеохимические, геодезические, батиметрические, снегомерные, инженерно-геологические наблюдения, мониторингу СТС и др. Автор участвовал в комплексных полевых и лабораторных работах в период 2011-2015 гг. Кроме того, диссертация базируется на большом объеме фактического материала включающего значительное количество проб (более 75), полевых описаний и измерений активности термоцирков и др.

#### **Оценка новизны и достоверности результатов**

Анализ основных достижений диссертанта показывает, что многое в работе сделано впервые. Автор определил количественные характеристики динамики термоденудационных форм рельефа с применением космических съемок сверхвысокого разрешения, с заверкой тахеометрической съемкой и с помощью дифференциального GPS. Подобран и использован комплекс гидрогеохимических, геодезических, батиметрических, снегомерных, инженерно-геологических и др. методов для изучения озер и термоденудационных процессов. Статистически установлены основные природные факторы, влияющие на концентрацию ОРОВ в озерах. Исходные измерения и некоторые

результаты опубликованы на специализированном геопортале, находящемся в свободном доступе.

К особым достоинствам работы следует отнести следующие аспекты.

Автор использует озера, и окрашенное растворенное органическое вещество (ОРОВ) в них, как интегральный индикатор криогенных процессов. В ходе работы используется комплекс методов для наблюдения ОРОВ, включающий полевой, лабораторный, дистанционный и др. методы. Такой подход особенно актуален тем, что позволяет получить зависимости содержания ОРОВ от активности криогенных процессов и от спектральных яркостей данных дистанционного зондирования (ДДЗ), а значит распространить информацию об активности криогенных процессов на значительную территорию.

Автор очень широко и обосновано использует комплексирование как дистанционных, так и полевых данных. ДДЗ корректно используются для решения различных задач: высокодетальные снимки GeoEye, QuickBird, WorldView для оценок ОРОВ; SPOT 5 для выделения типов растительности; радарные снимки TanDEM-X и другие для построения ЦМР. Кроме того, используются современные технические средства полевого сбора данных – дифференциальные GPS, тахеометры, эхолоты и др.

Особенно хочется отметить опыт построения ЦМР по радарным данным с пространственным разрешением 10-12 м с достаточной точностью для выделения водосборов озер. Этот опыт представляется очень удачным, особенно после запуска спутника Sentinel, поставляющего подобные снимки бесплатно.

Основная часть работы сделана для полигона «Васькины дачи», однако автор не ограничивается, только локальным анализом и приводит сравнение содержания ОРОВ по всей криолитозоне на основе литературных и собственных данных. В результате работа имеет значение не только для узкого района, но и для исследования криолитозоны в целом.

Весьма интересно, что данная работа затрагивает исследования разных масштабов. Автор резонно заключает, что на основе полученных методик возможен переход к более мелкому масштабу оценки состояния систем «водосборный бассейн-озеро», особенно для участков, где риск рассмотренных опасных процессов наиболее вероятен, вследствие наличия залежеобразующих льдов.

### **Замечания**

Рассматриваемая работа не лишена ряда недостатков:

1. В работе рассматривается соотношение характеристик ОРОВ полученных по ДДЗ и по полевым данным. Однако, сроки пробоотборов и дат космических снимков не синхронизированы. Так, пробоотбор производился в августе-сентябре 2011-2015 гг., а космические снимки выполнены в июле 2010-2013 гг. Один из космических снимков был получен в августе 2009 г., что вообще выходит за период пробоотбора.

2. Не вполне оптимальным представляется выбор используемых материалов дистанционных съемок. В работе широко используются высокодетальные снимки, однако совсем не используются снимки типа Landsat 8. Для исследуемого процесса использование снимков типа Landsat 8 целесообразно, в силу следующих обстоятельств:

- как было показано в работе, в озерах отсутствует существенная дифференциация ОРОВ по глубине и площади, т.е. возможно использовать снимки худшего разрешения;

- Landsat 8 обладает специализированным «голубым» каналом для анализа мелководных водоемов;

- Landsat 8 в силу своей доступности и большей периодичности мог бы повысить уровень синхронизации с полевыми работами.

3. Автор установил статистическую зависимость между активностью термоцирков и значениями ОРОВ в озерах, однако в работе абсолютно не рассмотрены вопросы гидрологической связи между соседними озерами, отсутствует анализ возможного влияния соседних озер на концентрацию ОРОВ.

4. Для анализа водосборов и ряда других исследований, автор использует ЦМР, полученную на основе в т.ч. обработки радарных снимков, однако нигде не приведены оценки точности используемой ЦМР.

5. Автор предлагает использовать полученные закономерности и технологии как метод оценки содержания ОРОВ, а с ним и анализа оползневых процессов на значительных территориях с использованием высокодетальных снимков. Такой подход представляется не совсем удачным, в связи с ограниченностью доступа к данным подобного уровня. Возможно следует рассмотреть космические снимки типа Landsat 8, Sentinel, как базу для экстраполяции.

Также следует сделать ряд редакционных правок: стр. 25 – неудачное выражение «площадь озера может составлять всего сотую часть площади водосборного бассейна и не достигать двойного размера водосборного бассейна»; пропущен рисунок 1.8; рисунки 4.13 и 2.10 совпадают; перепутаны координаты точек опробования для глубин озер и т.д.

## **Заключение**

Очевидно, что высказанные выше замечания носят второстепенный, либо частный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертации. Представленные в работе Ю.А. Дворникова результаты, несомненно, имеют большое теоретическое и практическое значение. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе использован комплекс современных методов, получены оригинальные результаты. Полученные выводы являются обоснованными и достоверными. Заложены перспективы дальнейших исследований и возможности расширения предложенного подхода на значительную территорию.

Автореферат и опубликованные работы в достаточной мере отражают основное содержание работы.

Диссертационная работа «Процессы термоденудации в криолитозоне и их индикация по растворенному органическому веществу» отвечает основным требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» и ВАК, а ее автор, Дворников Юрий Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Официальный оппонент,  
кандидат геолого-минералогических наук  
старший научный сотрудник,  
лаборатории дистанционного мониторинга  
геологической среды ИГЭ РАН,

Т.В. Орлов

ФГБУН Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук,  
101000, Российская Федерация, Москва, Уланский переулок, дом 13, строение 2, а/я145  
+7 (495) 624 72 57  
dist@geoenv.ru

ПОДПИСЬ Орлова Т.В.  
ЗАВЕРЯЮ.  
УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ИГЭ РАН  
ПОДПИСЬ РИМОНЦЕВА М.А. 10.05.2017.

