

Применение колориметрических методов при мониторинге толщины льда

Кузнецов В. В. (ГУАП)

**Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Беляева А. С.
(ГУАП, ИТМО)**

Введение. Мониторинг ледяного покрова является важным элементом при оценке изменения климатического состояния планеты. Изменение таких параметров как толщина, различные химические включения [4] производятся различными методами, в частности спектральным. Однако, при использовании такого метода усложняется интерпретация результатов, поскольку набирается большой объем спектральных данных [3]. Применение колориметрического метода на основе спектрального состава может позволить значительно упростить оценку и скорость мониторинга ледяного покрова. Поэтому целью данного исследования является исследования зависимости изменения координат цветности от толщины льда в лабораторных условиях.

Основная часть. Для проведения эксперимента использовались искусственно выращенные образцы льда из пресной воды, размещенные на горизонтальной поверхности. Лёд создавался при отрицательной температуре 16–18°C, с толщиной 15 мм. Источник света – галогенная лампа мощностью 60 Вт с интенсивностью 900 лм, излучающая в диапазоне 300–800 нм благодаря светофильтру в конструкции лампы. Параметры света фиксировал спектрометр Нороосcolor NPСS300.

Галогенная лампа располагалась под углом 90° к поверхности льда, для обеспечения вертикального освещения образца. Дополнительно применялась диафрагма с отверстием диаметром 10 мм, позволяющая уменьшить световой пучок.

Результаты эксперимента показали, что оптические свойства льда зависят от длины волны света и характера его взаимодействия с поверхностью и внутренними структурами льда.

Проходящий свет. Анализ света, прошедшего через лёд, показал значительное поглощение и рассеяние коротковолновых компонентов спектра (400–500 нм). Длинноволновые компоненты (600–700 нм), проходили с меньшими потерями, демонстрируя более высокую интенсивность на выходе. Координаты цветности света смещены в сторону тёплых оттенков, что объясняется преобладанием длинных волн.

Отражённый свет. При отражении от поверхности льда наблюдалось усиление коротковолновой части спектра, что связано с высокой отражательной способностью

льда для коротких длин волн. Спектрометрические измерения показали смещение координат цветности отражённого света в сторону холодных оттенков, что соответствует синеватому визуальному восприятию льда.

Координаты цветности. Для количественной оценки изменения спектральных характеристик были рассчитаны координаты цветности в системе CIE XYZ. Исходный свет галогенной лампы имел координаты $x=0.4501$, $y=0.3933$. После прохождения через лёд координаты сместились к значениям $x=0.502$, $y=0.3902$, что соответствует более тёплым оттенкам. Отражённый свет имел координаты $x=0.4376$, $y=0.3635$, что демонстрирует сдвиг в сторону холодных тонов.

Выводы. Экспериментальное исследование показало, что толщина льда оказывает значительное влияние на спектральные характеристики света, изменяя его цветовые параметры при прохождении, так и при отражении. Из этого можно сделать вывод, что колориметрические методы могут применяться для более быстрого мониторинга толщи льда по сравнению с другими существующими методами. А также в прогнозировании изменений альбедо ледяных поверхностей, влияющих на глобальный климатический баланс. Кроме того, данные об изменении спектральных характеристик света после взаимодействия со льдом могут быть полезны для разработки оптических приборов, работающих в условиях низких температур.

Список используемых источников:

1. Машков В. Г., Малышев В. А., Федюнин П. А. Метод оценки состояния снежно-ледяного покрова по углу Брюстера //Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. – 2021. – Т. 24. – №. 1. – С. 34-47.
2. Haas C., Druckenmiller M. Ice thickness and roughness measurements //Field techniques for sea ice research. – 2009. – С. 49-116.
3. Зайцев К. И. и др. Анализ спектральных характеристик воды и льда в терагерцовой области спектра в процессе фазового перехода //Инженерный журнал: наука и инновации. – 2012. – №. 11 (11). – С. 22.
4. Шавлов А. В. Лед при структурных превращениях. – 1996.

Автор _____ Кузнецов В. В.

Научный руководитель _____ Беляева А. С.