

**ИНСТИТУТ МОНИТОРИНГА
КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СО РАН**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**ХІ СИБИРСКОГО СОВЕЩАНИЯ
ПО КЛИМАТО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ
МОНИТОРИНГУ**

**ТОМСК
21–23 СЕНТЯБРЯ 2015**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И ТОЛЩИНЫ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА С ПОМОЩЬЮ ГЕОРАДАРА «ОКО-2»

Клоков А.В.¹, Мироньчев А.С.¹, Дюкарев Е.А.², Смирнов С.В.²

¹Томский государственный университет, г. Томск, пр. Ленина, д. 36,
701-kav@mail.tsu.ru

²Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
г. Томск, пр. Академический, д. 10/3, egor@imces.ru

В работе проведено исследование мощности торфяной залежи олиготрофного болота «Тимирязевское», а также пространственного распределения снежного покрова в конце зимнего периода. Для оценки глубины торфяной залежи и высоты снежного покрова использовался георадар «ОКО-2». Данные, полученные георадаром, сравнивались с данными прямых измерений (зондирования) глубины торфа и снегомерной съёмки. В летнее время на Тимирязевском болоте было пробурено более 60 зондировочных скважин и сделано более 30 описаний растительности. Площадь болота составляет 14,4 га, из них 25 % занимает осоково-сфагновая топь, большая часть территории занята рямом около 70 % и лишь небольшая часть на границах между рямом и топью представлена рямово-мочажинными комплексами. Средняя мощность торфяной залежи для всего болота составляет 4 м, с максимальной глубиной 8 м. [1].

Для оценки глубины торфяной залежи и обеспечения высокой проникающей способности был выбран большой антенный блок АБ-90 георадара «ОКО-2». Антенна имеет среднюю частоту спектра излучения 90 МГц и амплитуду импульса 700 В. Перемещение геолокатора по поверхности болота производилось с помощью снегохода на мягкой сцепке. Для детальной прорисовки рельефа дна болота шаг сканирования был выбран 5 см. Общая длина профиля составила 425 м. Для выбора развертки по глубине был произведен ряд тестовых замеров с разной длительностью временного окна и в результате выбрана оптимальная развертка – 400 нс. Для повышения контрастности эхограммы было учтено экспоненциальное ослабление излучения с глубиной при проникновении в среду исследования. Коррекция этого ослабления путём перенормировки всех измеренных сигналов на усредненное экспоненциальное убывание позволила выровнять между собой вклад всех слоев и тем самым повысить контрастность эхограммы.

На рис. 1 виден характерный рельеф минерального дна болота. На участке от 210 до 320 м наблюдается выраженное повышение дна болота. Сильное отражение на участках 0–100 и 320–400 м, соответствующее времени от 50 до 130 нс, говорит о незамерзшей воде в слое торфа. В данном месте в болотной толще присутствует водяная линза мощностью 0,5–2 м перекрытая сплывиной из сфагновых мхов и переплетённых корней трав.

Прямые измерения глубины торфяной залежи были выполнены летом 2011 г. с помощью торфяного бура. По данным 60 измерений глубины торфа и оконтуривания границ болота по космоснимку была построена карта рельефа минерального дна болота [1]. На основе этой карты были получены значения глубины торфа вдоль трека зондирования георадаром. На рис. 2 приведено сопоставление данных бесконтактного и контактного методов измерения глубины торфяной залежи. Как видно, наблюдается достаточно хорошее совпадение. Данные георадара показывают микрорельеф минерального дна болота, обнаруживая даже мелкие неровности, которые невозможно обнаружить контактным способом.

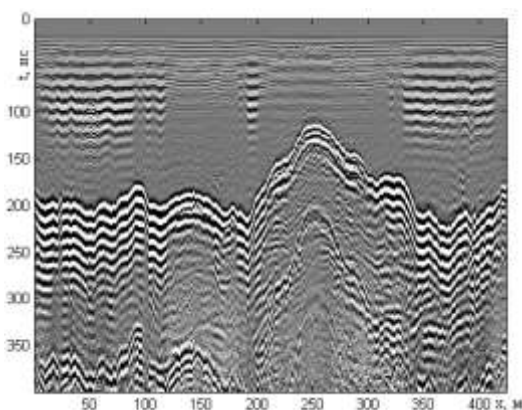


Рисунок 1 – Данные зондирования торфяной залежи с учётом экспоненциального ослабления сигнала.

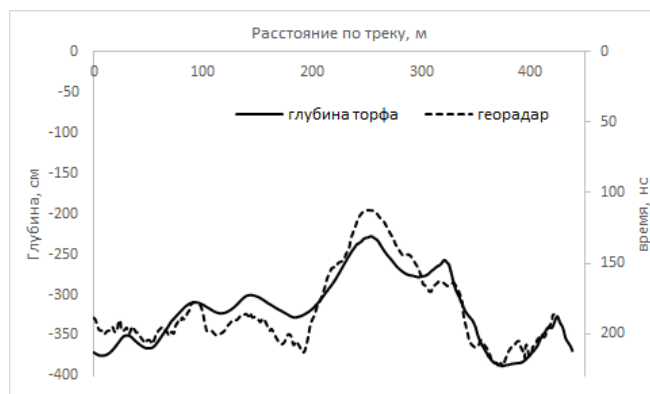


Рисунок 2 – Сопоставление данных измерений глубины торфозалежи с помощью георадара и торфяного бура.

Для оценки толщины снежного покрова использовался малый антенный блок АБ-1700 георадара «ОКО-2». Антенна имеет среднюю частоту спектра излучения 1700 МГц, максимальную разрешающую способность по глубине 0,03 м. Траектория движения, шаг сканирования и общая длина профиля остались такими же, что и при определении глубины торфяной залежи. Развертка по глубине выбрана равной 16 нс. Процедура обработки данных аналогична применяемой при определении глубины болота. Используя данные зондирования толщины снежного покрова можно восстановить рельеф поверхности болота. Это связано с тем, что зимой снег ложится ровным слоем, образуя практически плоскую горизонтальную поверхность. Следует учесть, что полученная глубина снега на 15 см ниже реальных значений, вследствие уплотнения снега под снегоходом.

Сопоставление замеров высоты снега традиционным способом и с использованием георадара показало хорошее согласование. Высота снега на исследуемом болоте изменялась от 50 до 80 см. Верхний слой 9–12 см – это рыхлый, свежеснеженный снег. Под ним располагался плотный наст толщиной 10 см. В центральной части болота под снегом наблюдался 4–8-см слой воды. Поверхность болота под снегом находилась в виде льда или мерзлого торфа толщиной от 8 до 30 см, глубже торф был незамерзшим и насыщенным водой. Плотность снега, определённая весовым методом с помощью снегомера ВС-43, составила 230 и 170 кг/м³ в начале (330-й метр на профиле) и конце (415-й метр) трассы снегосъёмки соответственно.

Проведённое исследование показало высокую корреляцию обнаруженных особенностей структуры болота «Тимирязевское» и мощности снежного покрова по данным геолокационных и контактных измерений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 13-05-98048 «Оценка современного ресурсного потенциала болот и скорости возобновления торфяных ресурсов Томской области по данным наземных и спутниковых наблюдений») и в рамках программы повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского государственного университета (проект № 13-02-98032 «Разработка физических и математических основ радиоволновой подповерхностной томографии для комплексного анализа земных покровов в геофизике» (2013–2015 гг.)).

1. Головацкая Е. А., Дюкарев Е. А., Смольянинов Е. Е. Ландшафтно-экологическая характеристика олиготрофного болота «Тимирязевское» // Современные проблемы генезиса, географии и картографии почв: V всерос.конф. 2011 г. Томск: ООО «Копи-М», 2011. С. 282–285.

2. Якубов В. П., Шипилов С. Э., Суханов Д. Я., Клоков А. В. Радиоволновая томография: достижения и перспективы. Томск: НТЛ, 2014. 264 с.