

## Оценка возможности использования мобильных спектрометров с технологией IoT в экологическом мониторинге состояния древесных растений

Научный руководитель – Морев Дмитрий Владимирович

*Потапова Владислава Андреевна*

*Студент (бакалавр)*

Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева,  
Почвоведения, агрохимии и экологии, Экологии, Москва, Россия

*E-mail: potapova@tim-stud.ru*

Одной из наиболее актуальных задач современной экологии служит разработка и развитие методов экспресс-диагностики состояния древесных пород, особенно в условиях урбоэкосистем. Технология интернета вещей (IoT) - одна из наиболее перспективных, имеющих значительный потенциал для внедрения в систему экологического мониторинга, которая позволяет организовывать непрерывные наблюдения с использованием группы приборов, работающих в единой среде [1,4].

Целью данной работы служило изучение возможностей внедрения портативных спектрометров ТТ+ в экологический мониторинг состояния древесных растений. Прибор позволяет анализировать спектральный диапазон отраженного и поглощенного излучения, в том числе с длинами волн характерными для процесса фотосинтеза.

Замеры поглощения света листом проводили в 12ти длинах волн спектра 450-860нм. Были получены данные по поглощению и отражению 5-ю породами древесных растений: Липа сердцевидная (*Tilia cordata Mill.*), Клен остролистный (*Acer platanoides L.*), Каштан Конский желтый (*Aesculus flava*), Тополь черный (*Populus nigra Ait.*), Береза повислая (*Betula pendula Roth.*), при естественном и искусственном освещении с дальнейшей экстракцией пигментов в 80%-ом растворе ацетона [2]. Последующая статистическая обработка данных включала в себя метод главных компонент и регрессионный анализ. В результате проведенных исследований было установлено, что наилучшим образом группируются данные по разным породам при искусственном освещении (рис.1), что позволяет искать линейные зависимости между концентрацией пигментов в листьях и их отражательной и поглотительной способностью, что выражается в сонаправленности осей на графике. В результате регрессионного анализа были составлены модели, описывающие зависимости набора пигментов (хлорофилла а, b и каротиноидов) и поглощения (отражения) с длинами волн 450 нм, 730 нм и 760 нм.

Для хлорофилла а уравнения регрессии и коэффициенты детерминации будут выглядеть следующим образом:

$$Ch\ a = 21,9 - 1,99x_{730} - 17,4x_{450} + 17x_{760} \text{ (mg/g DW)} \quad (1)$$

$$R^2: 0.6405$$

Для хлорофилла b:

$$Ch\ b = 10,2 - 0,524x_{730} - 8,77x_{450} + 7,54x_{760} \text{ (mg/g DW)} \quad //(2)$$

$$R^2: 0.6119$$

Для каротиноидов:

$$Car = 4,91 - 3,91x_{450} + 3,01x_{760} \text{ (mg/g DW)} \quad (3)$$

$$R^2: 0.6099$$

Таким образом, приборы серии ТТ+ потенциально позволяют анализировать содержание пигментов в листьях древесных растений, что в значительной степени согласуется с их состоянием.

## Источники и литература

- 1) Довгаль В. А., Довгаль В. Д. Интернет вещей: концепция, приложения и задачи // Ежеквартальный рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ». 2018. № 216 (Выпуск 1). С. 129–135.
- 2) Lichtenthaler H. K. (et al.). Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry (CPFA), (Supplement 1), Unit F4.2.1-F4.2.6 (2001) (John Wiley, New York)
- 3) Matasov, V. [и др.]. IoT monitoring of urban tree ecosystem services: Possibilities and challenges // Forests. 2020. 11(7). P.775.

## Иллюстрации

