

УДК 53.072.172

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ С
ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Юрьев Н.Ю., Камалова Н.С., Лисицын В.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Email: rc@icmail.ru

Аннотация: В статье приведена актуальность разработки методов контроля за состоянием древесных растений с помощью электроизмерительных приборов, описаны результаты исследований разности потенциалов в различных деревьях и предложена принципиально новая схема усиления.

Ключевые слова: метод измерения, состояние древостоев, флуктуация, электрические измерения, влагосодержание.

MONITORING THE STATE OF WOOD PLANTS USING
ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS

Yurev N.Yu., Kamalova N.S., Lisicin V.I.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Voronezh State Forestry University. G.F. Morozova»

Email: rc@icmail.ru

Summary: The article describes the relevance of developing methods for monitoring the state of woody plants using electrical measuring instruments, describes the results of studies of the potential difference in various trees, and proposes a fundamentally new amplification scheme.

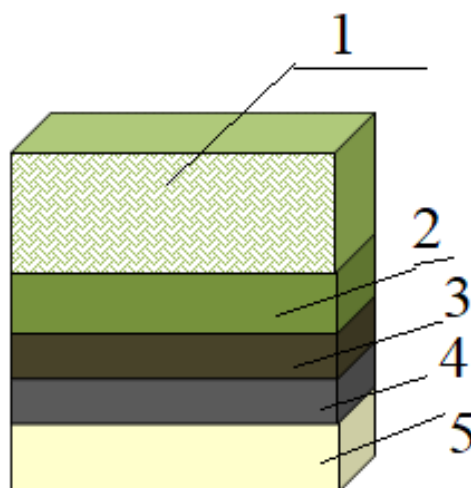
Keywords: measurement method, state of stands, fluctuation, electrical measurements, moisture content.

Современные методики оценки состояния древесных растений в основном носят вербальный (описательный характер) и основываются на анализе факторов окружающей среды (загрязнение воздуха и почв, метеоданные и т. д.). При этом для прогноза опасности возникновения пожаров необходима оценка скорости высыхания самого верхнего слоя (толщиной 1,2 см) почвы, содержа-

щего эталонное горючее (канадская система FWI прогноза пожарной опасности) [1, 2]. Состояние приповерхностного слоя зависит от интенсивности поглощения влаги из почвы древесными растениями. Поэтому на наш взгляд, эффективность методов прогнозирования пожаров напрямую связана с необходимостью разработки моделей процессов переноса влаги в древостоях при изменении внешних условий. Создание таких моделей в свою очередь зависит от методов экспериментального измерения основных характеристик состояния лесных массивов с контролируемой точностью. Поэтому в силу регулярности возникновения пожаров в наших лесах разработка методов контроля за состоянием древесных растений с помощью электроизмерительных приборов достаточно высока в настоящее время.

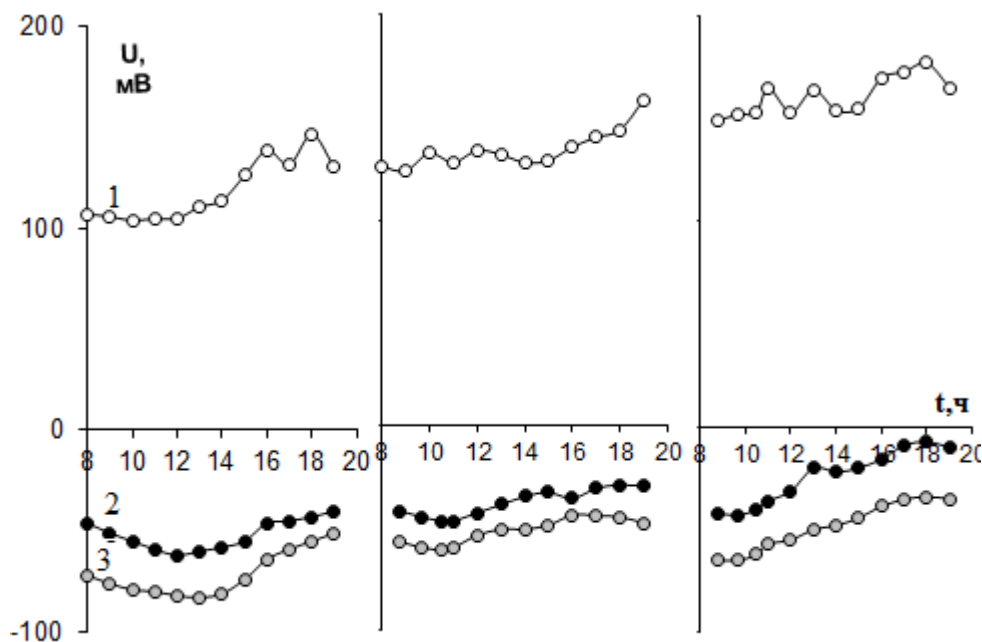
Лесной массив при прогнозе природных катастроф принято представить как многослойную комплексную структуру (рис. 1). Структура содержит следующие слои: слой древостоев подлеска и воздуха, напочвенный растительный покров, древесный опад, лесную подстилку, залежи горючих материалов и перегноя, слой негорючих материалов [3].

Состояние каждого слоя характеризуется влагосодержанием, обеспечивающим жизнеспособность одних и невоспламеняемость других. Необходимо помнить, что все слои взаимосвязаны перераспределением в них влаги под действием внешних условий, главным из которых являются флуктуации температуры окружающей среды [4-5].



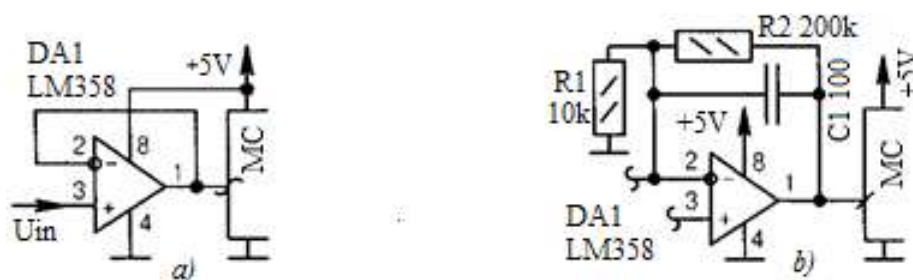
1 – многоярусные древостои с подлеском; 2 – напочвенный растительный покров; 3 – лесная подстилка; 4 – залежи горючих материалов и перегноя; 5 – слой негорючих материалов

Рисунок 1 – Многослойная концепция лесных массивов



1 – береза № 1, 2 – береза № 2, 3 – береза № 3

Рисунок 2 – Суточная динамика разности потенциалов между центром ствола и половиной радиуса



a – высокое входное сопротивление за счёт повторителя напряжения на микросхеме DA1;
б – прямое соединение ОУ DA1 с МК, применяется, если они питаются от единого источника положительного напряжения +3 ... +5 В при отсутствии отрицательного питания ОУ

Рисунок 3 – Схемы усилителей сигналов на одиночных ОУ:

Можно уверенно утверждать, что первый слой древостоев обладает наибольшей «влажемкостью». Поэтому есть смысл состояние лесных массивов, в основном, определять по состоянию древостоев. Поскольку вода обладает высокой теплоемкостью, то стационарная температура в слое во многом определяется влагосодержанием.

Цель представленной работы – продемонстрировать результаты исследований разности потенциалов в различных деревьях и предложить принципиальную схему усиления.

Изучались лиственные виды семейств *Populus tremula*, *Betula* в возрасте от 34-50 лет на территории Правобережного лесничества учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ. Проводились измерения разности потенциалов вдоль радиуса ствола дерева в естественных условиях, при фиксированной температуре окружающей среды. Для измерения разности потенциалов и обеспечения относительно стабильного во времени результата, электроды вживлялись в древесину в центр ствола и вдоль радиуса ствола на расстоянии $0,5r_0$ от центра (r_0 – радиус ствола). В опытных особях были просверлены шурфы для электродов диаметром 5 мм. Электроды представляли собой стальные стержни, изолированные до поверхности контакта (4–5 мм), которые соединялись посредством гибкого провода с портативным измерительным прибором – цифровым мультиметром МУ 62.

Экспериментальные исследования показали, что при одинаковых флуктуациях температуры окружающей среды вдоль радиуса ствола возникает устойчивая разность потенциалов, характерная для каждой особи (рис. 2). Таким образом, состояние деревьев стремится к стационарному при неизменных внешних условиях и его можно исследовать путем измерения разности потенциалов вдоль радиуса ствола.

Исследуемая разность потенциалов в стволах деревьев формируется в результате неоднородности распределения температуры, возникающей вследствие плохой теплопроводности древесины при изменении температуры окружающей среды на ΔT , благодаря пирозлектрическим и пьезоэлектрическим свойствам целлюлозы (основной компоненты древесины) формируется электрическое поле в радиальном направлении ствола [6-7]. Результаты измерений показали, что величина формирующейся разности потенциалов не превышает 0,2 В, поэтому для активного использования измерительных приборов, основанных на подобном явлении, требуется усиление.

Необходимо отметить, что величина возникающей разности потенциалов зависит от длительности изменения температуры (резкое возрастание или плавное) окружающей среды. На величину разности потенциалов в силу электрофизических свойств воды влияет также влагосодержание стволов [8]. Поэтому по величине разности потенциалов можно судить о температуре в стволе дерева. Поэтому разработка схемы усилителя с микроконтроллером могла бы перевести наблюдения за состоянием древостоев на другой технологический уровень.

Для увеличения амплитуды очень слабых входных сигналов, применяют микросхемы интегральных ОУ. Коэффициент усиления и питающие напряжения ОУ выбираются такими, чтобы на вход микроконтроллера (МК) поступали аналоговые сигналы в диапазоне ($-50 - +50$ мВ), что соответствует некоторым особям семейства *Betula*. На рисунке 3 приведены две простейшие схемы на одиночных ОУ, которые можно использовать для мониторинга состояния деревьев в рамках предложенного концептуального подхода.

В заключение необходимо отметить, что поскольку принцип действия предложенного метода измерения состояния древостоев при флуктуации температуры окружающей среды основан на электрических измерениях, то мониторинг будет осуществляться с контролируемой точностью. При этом показания приборов будут зависеть от влагосодержания в стволе.

Исследования проведены в рамках гранта, выделенного ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет имени Г.Ф. Морозова» на проект «Разработка фундаментальной концепции методов измерения термополяризационных электрических полей в стволах древесных растений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гришин, А. М. Моделирование и прогноз экологических катастроф [Текст] / А. М. Гришин // Экологические системы и приборы. – 2001. – № 2. – С. 12-21.

2 Вонский С. М., Жданко В. А., Корбут В. И. Определение пожарной опасности в лесу. [Текст] / С. М. Вонский, В. А. Жданко, В. И. Корбут – Л. : ЛенНИИЛХ, – 1981. – 52 с.

3 Perminov, V. Mathematical Modeling of Crown Forest Fire Spread [Tekst] / V. Perminov // Open Journal of Forestry. – 2012. – Vol. 2. – № 1. – P. 17-22.

4 Матвеев, С. М. О влиянии слабых флуктуаций температуры на накопление гумуса в почве [Текст] / С. М. Матвеев, В. И. Лисицын, Н. С. Камалова, Б. М. Кумицкий, Н. А. Саврасова // Лесотехнический журнал. – 2012. – № 2 (6). – С. 10-14.

5 Камалова, Н. С. Зимние оттепели и вероятность возникновения лесных пожаров [Текст] / Н. С. Камалова, Н. Ю. Евсикова, В. И. Лисицын, Б. М. Кумицкий, С. М. Матвеев // Актуальные направления научных исследований

XXI века : теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. Воронеж, 2013. – № 5 (5). – С. 364–368.

6 Камалова, Н. С. Принцип работы перераспределения воды в природных системах [Текст] / Н. С. Камалова, Н. Ю. Евсикова, А. Д. Ращупкин, А. Э. Косенко // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. Воронеж, 2018. – Т. 6. – № 4 (40). – С. 321-326.

7 Матвеев, Н. Н. Возможный механизм транспорта растворов солей в ксилеме древесных растений ранней весной [Текст] / Н. Н. Матвеев, А. А. Рычков, Н. С. Камалова, Н. Ю. Евсикова // Экологические и биологические основы повышения продуктивности и устойчивости природных и искусственно возобновленных лесных экосистем : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию высшего лесного образования в г. Воронеж и ЦЧР России, 4-6 октября 2018 г. / науч. ред. С. С. Морковина ; Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова. Воронеж, 2018. – Т. 2. – С. 450-457.

8 Matveev, N. N. The Impact of Humidity on the Thermal Polarization Properties of Natural Biocomposites [Tekst] / N. N. Matveev, N. S. Kamalova, N. Yu. Evsikova, V. V. Saushkin // Релаксационные явления в твердых телах: тезисы докладов 23 Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В. С. Постникова, Воронеж, 16-19 сентября 2015 г. Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2015. – С. 76.