

Vegetation variations of electric resistance of trees
Fissenko S.¹, Fissenko M.² (Russian Federation)
Вегетационные вариации электрического сопротивления деревьев
Фисенко С. М.¹, Фисенко М. И.² (Российская Федерация)

¹Фисенко Светлана Михайловна / Fissenko Svetlana – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук,

лаборатория физиологии и селекции лесных растений,
Горнотаежная станция
Дальневосточное отделение
Российская академия наук;

²Фисенко Михаил Иванович / Fissenko Mikhail - старший научный сотрудник,
лаборатория магнитной гидродинамики,
Уссурийская астрофизическая обсерватория, г. Уссурийск, село Горнотаежное

Аннотация: в статье обнаружена высокая корреляция между вариациями магнитного поля Земли и показателями электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей (импеданс ПКТ).

Abstract: the article revealed a high correlation between variations in Earth's magnetic field and parameters of electrical resistance prikambial complex tissues (PCT impedance).

Ключевые слова: вариации магнитного поля Земли, корреляция, электрическое сопротивление.

Keywords: variation of a magnetic field of Earth, correlation, electrical resistance.

Растения подвержены комплексному действию факторов различной физической природы. Важнейшими из них являются температура, доступность влаги и магнитное поле Земли, так как эти факторы в значительной мере определяют ареал видов растений. Скорость водного тока и расход воды определённым образом соотносятся с уровнем жизнеспособности дерева. Стволы здоровых деревьев, благодаря большой скорости водного тока и значительной теплоёмкости, противостоят нагревающему действию солнечной радиации и окружающего воздуха намного эффективнее, чем стволы ослабленных и тем более усыхающих деревьев [3].

На растения негативно влияют неблагоприятные глобальные изменения климата. Следствием этих изменений является возрастание нестабильности регионального климата и угрожающие масштабы техногенного загрязнения окружающей среды, что в свою очередь приводит к снижению биоразнообразия дикорастущих видов растений и к падению продуктивности агробиоценозов.

При формировании высокопродуктивных и устойчивых лесных насаждений во время рубок ухода применяются визуальный метод отбора деревьев, а А. А. Моторкин [4] предлагает использовать методы объективной оценки их состояния по морфологическим и биоэлектрическим показателям, характеризующим уровень их жизнедеятельности.

Древесину живого дерева можно представить как физический объект, тогда ствол дерева состоит из концентрических диэлектрических цилиндров, между которыми в обоих направлениях течёт проводящая минерализованная жидкость, где постоянно протекают физико-химические и биологические процессы [1].

В. Н. и М. И. Карасёвы [3] разработали биофизический метод диагностики жизнеспособности древесных растений по температуре стволов в заданных точках, что обусловлено наличием тесной связи между состоянием деревьев, водным режимом и температурой стволов. Карасёвы утверждают, что существующие физиолого-биохимические методы оценки жизнеспособности древесных растений не всегда достоверны и малоприменимы для широкого применения из-за своей сложности и трудоёмкости. Жизнеспособность деревьев по величинам биоэлектрических потенциалов (БЭП) рекомендуется оценивать в середине лета, так как в ранневесенний период амплитуда БЭП находится на подъёме и ещё недостаточно выражена. Такие параметры, как содержание общего хлорофилла и биометрические показатели дают информацию не менее чем через год после повреждения, а оценка жизнеспособности по величинам БЭП и показателям электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей (импеданс ПКТ) часто вообще не даёт достоверной информации о состоянии, что объясняется случайным подключением электродов к участкам растительных тканей.

Группа учёных: Овсянникова Н. В., Феклистов П. А., Волкова Н. В., Мелехов В. И., Тараканов А. М., Мерзленко М. Д. [6], используя методы исследований Карасёвых [3], пришла к тем же выводам, что наибольшее значение температуры древесины отмечено у сильно ослабленных деревьев, наименьшее – у здоровых деревьев.

Диэлектрические параметры прикамбиального комплекса тканей испытывают значительные сезонные колебания. Кривые сезонной динамики составляющих импеданса ПКТ имеют приближённо параболическую форму с многочисленными локальными экстремумами, поэтому изучение диэлектрических характеристик тканей активной составляющей импеданса приходится на середину – конец июня (вторую половину) – период наибольшей интенсивности ростовых процессов в тканях дерева. Однако значительная

нестабильность диэлектрических параметров тканей отдельных деревьев препятствует прямому применению этих показателей для диагностики состояния и устойчивости деревьев [7].

Изменения магнитосферы Земли в современную эпоху характеризуется падением напряжённости геомагнитного поля (ГМП), смещением его полюсов и стремительным изменением спектра электромагнитного излучения (ЭМИ) и потока его мощности в объёме биосферы и за её пределами. Изменения напряжённости (Н) ГМП почти всегда относятся к явлениям естественного хода геофизических процессов, в то время как возрастание ЭМИ почти целиком следует отнести на долю антропогенного фактора. До сих пор отсутствует однозначное мнение по поводу существенности воздействия изменяющихся параметров ГМП, ЭМИ на способности растений аккумулировать возможные изменения в обмене веществ в ходе онтогенеза на физиологическом, биохимическом и генетическом уровнях [5].

Цели и задачи:

Отработать методику определения электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей у здоровых деревьев на примере берёзы маньчжурской и сосны обыкновенной.

Объекты исследований:

берёза маньчжурская:

- диаметр ствола - 24 см,

- высота дерева - 15 м;

сосна обыкновенная:

- диаметр ствола – 32 см,

- высота дерева – 18 м.

Место произрастания: южный склон. Окружность стволов деревьев мерили на высоте 130 см от почвы.

Методика измерений:

Для определения биоэлектрических показателей измеряли разность потенциалов между двумя электродами (гвоздями длиной 71 мм) портативным тестером (MS 8221 В) ежедневно с марта по ноябрь 2013г. во второй половине дня (между 16-18 часами). Замеры проводили с северной части стволов деревьев, защищенных от прямых солнечных лучей на высоте 1.30 м от почвы. Электроды вбивали на глубину 50 мм (до твёрдых слоёв ксилемы) на расстоянии 20 см друг от друга по вертикали (2).

Результаты исследований:

С 12 марта по ноябрь 2013 года нами проводилась работа по исследованию методики измерений электрического потенциала деревьев. С этой целью нами было выбрано два вида деревьев - береза и сосна, растущие в одинаковых условиях. Расстояние между ними было порядка 50 метров. На берёзе электроды установили 12 марта, а на сосне - 9 мая. Замеры электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей (импеданс ПКТ) берёзы маньчжурской проводили в течение 233 дней. Полученные данные после математической обработки с помощью программы (sigview32 version 1.99.0) представлены на рис. 1 полиномом второй степени (кривой). Эта кривая имеет параболическую форму с многочисленными локальными максимумами и минимумами, которые показывают сезонную динамику, составляющую импеданс ПКТ берёзы. На березе были поставлены 4 электрода для измерения электрического сопротивления на сосне - 2 электрода.

Кроме того, мы проверяли ржавление электрода, который во время наблюдений находился на воздухе, и нулевой уровень измерительного прибора.

В результате обработки данных получены следующие показатели. Ход электрического потенциала на березе повторяет ход такого же фактора, как и в ранее опубликованных работах. Между данными на березе существует высокая корреляция-порядка 0.90 и выше и высокая когерентность - порядка 1. Такая же высокая корреляция и высокая когерентность существует при сравнении с данными на сосне. Измерения степени ржавления электрода на воздухе и изменения нулевого уровня прибора показывают, что эти эффекты составляют величину порядка 10^{-5} от величины измеряемых сигналов. Таким образом, влияние этих факторов на наши измерения можно считать несущественными. Кроме того мы начинали измерения примерно через месяц с новыми электродами и корреляция с первым электродом оказалась очень высокой - порядка 0.9. Это также служит аргументом в пользу малого уровня шумов в наших измерениях.

Сравнение результатов измерений березы маньчжурской и сосны обыкновенной произведено для периода времени с 9 мая по 1 ноября. Первые 80 дней (с 9 мая по 28 июня) ПКТ сосны обыкновенной в четыре раза больше ПКТ берёзы маньчжурской, а потом разница между ними стала уменьшаться и к концу вегетации почти сравнялась.

Данные различия обусловлены разницей в физико-химических свойствах жидкой среды и морфологии лиственных и хвойных пород деревьев. У берёзы ткань камбия насыщена пасокой, являющейся слабым электролитом с диэлектрической постоянной, близкой к воде. У сосны в поверхностных тканях древесины (камбий, заболонь) жидкая среда включает практически равные количества воды и живицы. Основу живицы составляет скипидар.

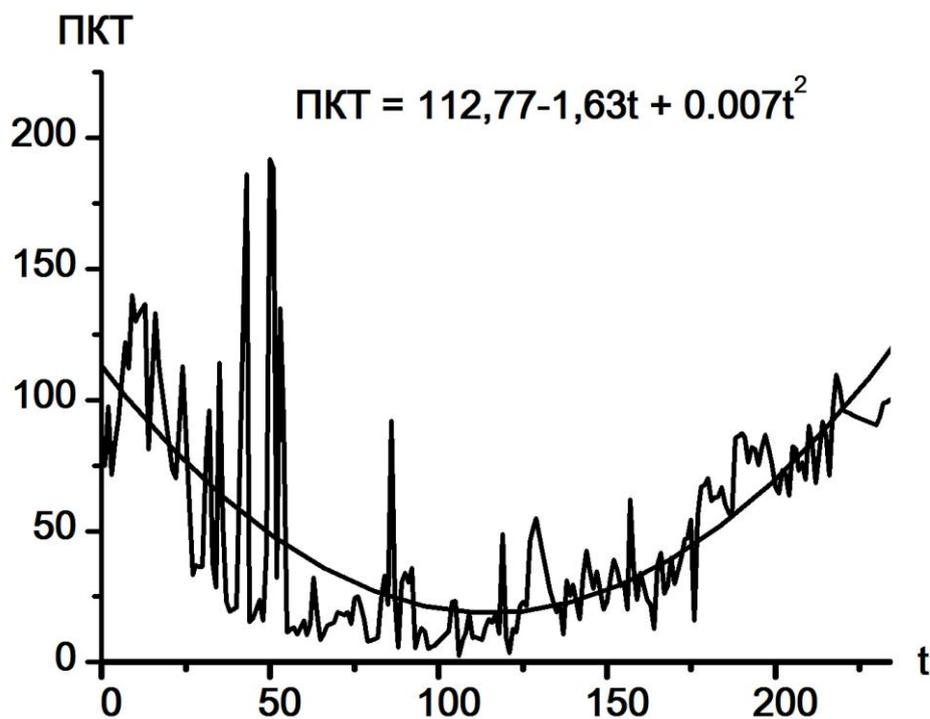


Рис. 1. Временной ход ПКТ березы маньчжурской

На рисунке 1 представлен временной ход ПКТ березы маньчжурской. По оси абсцисс даны ПКТ в КОМ, по второй оси – время в днях. Вверху дано уравнение, аппроксимация данных сделана полиномом второй степени.



Рис. 2. Взаимокорреляционная функция между вариациями геомагнитного поля по данным магнитной обсерватории Владивосток и вариациями ПКТ березы маньчжурской

Магнитная обсерватория расположена примерно в 200 метрах от места, где проводились измерения ПКТ. Она измеряет непрерывно вариации магнитного поля в окружающем регионе. Коэффициент корреляции порядка 0.7. Радиус корреляции примерно 233 дня.

На сдвиге примерно в 100 дней заметно изменение хода взаимной корреляции, что близко по времени к дате летнего равноденствия. Данная функция взаимной корреляции напоминает по виду ранее полученные

взаимнокорреляционные функции между геомагнитным полем и кривой, отражающей фазы вегетации в растительном сообществе [8].

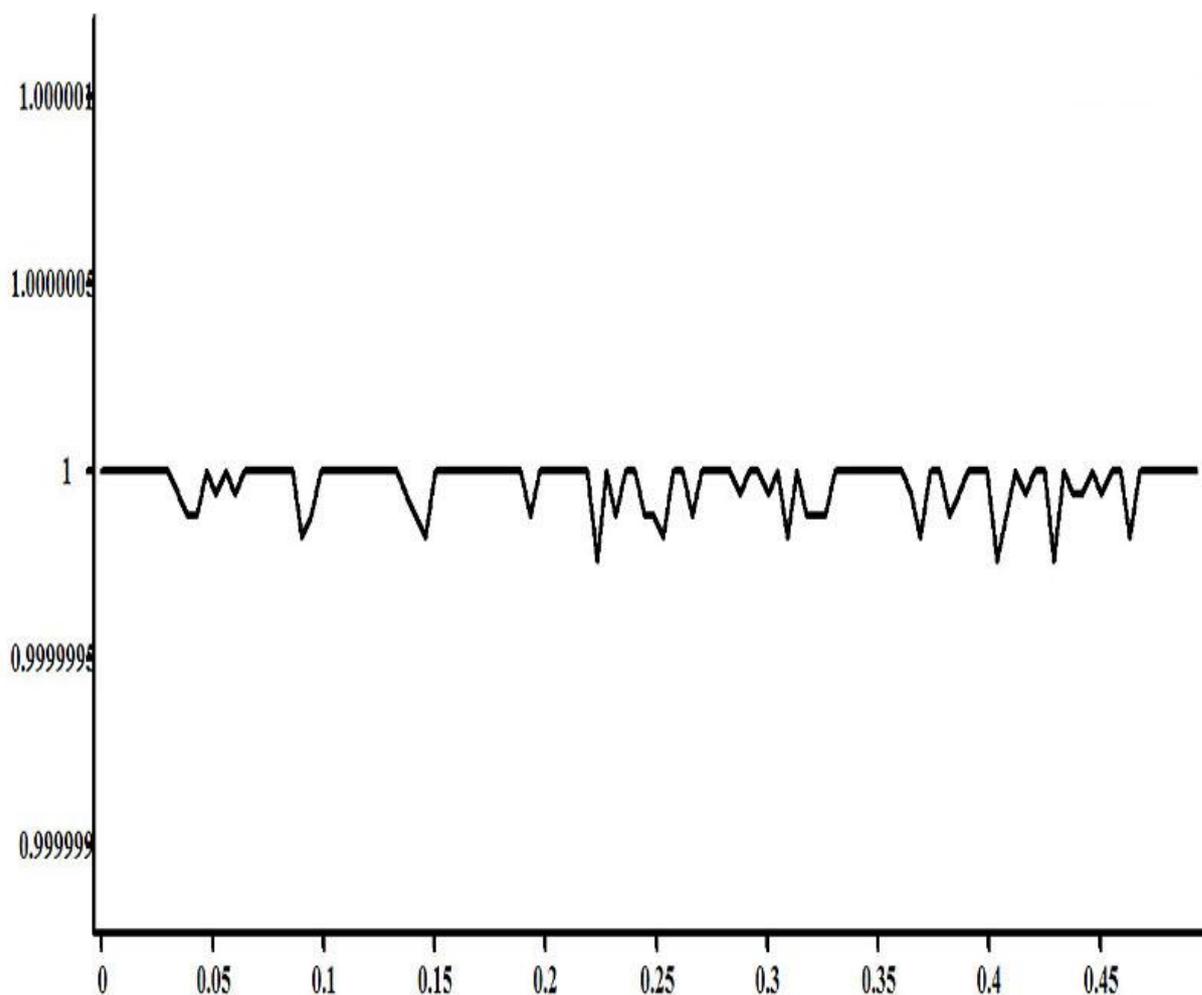


Рис. 3. Функция когерентности между вариациями магнитного поля и ПКТ березы маньчжурской

На рис. 3 показана функция когерентности между вариациями магнитного поля и ПКТ березы маньчжурской.

Вычисления взаимного спектра показали, что процессы взаимодействуют на гармониках длительностью 237 дней, 77 дней и 32 дня. Самую большую амплитуду имеет гармоника в 237 дней, две других в три раза меньше. Остальные гармоники на порядок меньше по амплитуде самой большой.

Вывод:

Метод определения электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей у деревьев малопригоден для широкого применения из-за своей сложности, трудоёмкости и несовершенства, так как данные замеров имеют временной ход и часто дают недостоверную информацию. Высокая связь между вариациями магнитного поля и ПКТ березы маньчжурской представляет новый научный результат.

Литература

1. Балханов В. К., Адвокатов В. Р., Башкуев Ю. Б. Частотные и пространственные характеристики электрофизических параметров ствола живого дерева // Журнал технической физики, 2010. Т. 80. Вып. 2. С. 146-148.
2. Грузинцев А. А. Определение удельного сопротивления берёзы, пихты и тополя // Вестник молодых учёных. [Электронный ресурс]. (e-lib.gas.ru/vmu/archive/2006/01/30.shtml).
3. Карасёв В. Н., Карасёва М. А. Эколого-физиологическая диагностика жизнеспособности деревьев хвойных пород // Лесной журнал, 2004. № 4. С. 27-32.
4. Моторкин А. А. Совершенствование методов отбора деревьев хвойных пород при формировании насаждений: автореф. дис... к.с.-х.н. Йошкар-Ола, 2009. 23 с.
5. Новицкий Ю. И. Длительное действие слабых постоянного и переменного магнитных полей на метаболизм и онтогенез растений // VII Съезд ОФР. Международная научная школа «Инновация в

биологии для развития биоиндустрии сельскохозяйственной продукции», 4-10 июля 2011 г. Нижний Новгород: ННГУ, 2011. С. 512-513.

6. *Овсянникова Н. В., Феклистов П. А., Волкова Н. В., Мелехов В. И., Тараканов А. М., Мерзленко М. Д.* Температура древесины ели обыкновенной // Лесной журнал, 2013. № 1. С. 38-42.
7. *Суховольский В. Г.* Метод измерения биоэлектрических потенциалов древесных растений // Физиология растений, 1979. Т. 26. С.877-879.
8. *Fisenko M. I., Prilutski A. N., Efremkin M. S.* The XI Russian-Chinese conference on space weather. Irkutsk 3-8 September 2012 Institute of Solar-Terrestrial Physics Sb Ras. Geomagnetic field as main factor in phytia evolution. P. 30.