

МОНИТОРИНГ ТРАНСПИРАЦИИ РЯДА ГОРОДСКИХ ДЕРЕВЬЕВ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*TILIA CORDATA MILL.*) НА ТЕРРИТОРИИ РГАУ МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА С ПОМОЩЬЮ ИОТ УСТРОЙСТВ СЕМЕЙСТВА TREETALKER

*Серёгин И.А., аспирант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА,
iv.seryogin2018@yandex.ru*

*Шлоков С.О., магистрант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА,
shlokov@hotmail.com*

*Ярославцев А.М., ст.преподаватель кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ-
МСХА, yaroslavstevam@gmail.com*

Аннотация: Проведение мониторинга за состоянием древесной растительности при помощи экспериментального оборудования TreeTalker.

Ключевые слова: Экологический мониторинг, IoT, транспирация.

Городские зеленые насаждения играют важнейшую роль в поддержании экологического равновесия, создании особого микроклимата и благоприятной среды для жизни человека [1].

Одной из основных проблем при управлении зелеными насаждениями в условиях изменяющегося климата становится полив [2]. В связи этим осуществлялся экологический мониторинг за древесной растительностью. Наблюдения проводились на территории ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, рядом с учебным корпусом №6, с помощью экспериментального оборудования TreeTalker на 10 деревьях липы мелколистной (*Tilia cordata Mill.*).

Механизм работы датчиков TreeTalker [3] заключается в сканировании жизненно важных процессов дерева. Устройство в режиме реального времени определяет уклон дерева, что в свою очередь дает представление об устойчивости.

Ключевыми измеряемыми параметрами являются:

1. Скорость сокоотечения, как индикатор транспирации деревьев и функциональности ксилемы ствола;
2. Отдельные спектральные компоненты света в кроне, связанные с этапами формирования и отмирания листвы и их физиологии
3. Параметры вертикальной стабильности дерева, позволяющие в реальном времени прогнозировать возможность падения деревьев.

Дополнительные параметры, такие как относительная влажность воздуха и температура воздуха, измерялись с высокой частотой, чтобы иметь сравнимый временной масштаб между абиотическими параметрами и краткосрочными откликами

Мы исходили из того, что скорость транспирации всего растения равна скорости сокоотечения в стволе на высоте 3,5 метров, ниже крупных ветвей. Для

измерения скорости сокотечения был использован модифицированный метод Гранье [4].

В этом методе в ствол дерева на глубину 3 см встраиваются два датчика один из которых измеряет температуру линейного источника тепла(которым сам и является), имплантированного в заболонную часть дерева, по отношению к температуре ненагретой древесины, измеряемую вторым датчиком (Рис.1). Когда скорость сокотечения равна нулю или минимальна, разность температур (ΔT) между двумя датчиками будет максимальной. При ускорении сокотечения эта разница температур уменьшается.

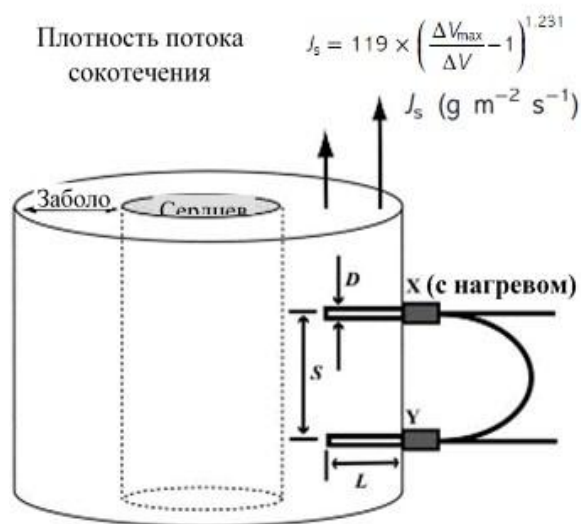


Рис. 1. Схема измерения плотности потока сокотечения в стволе по методу Гранье

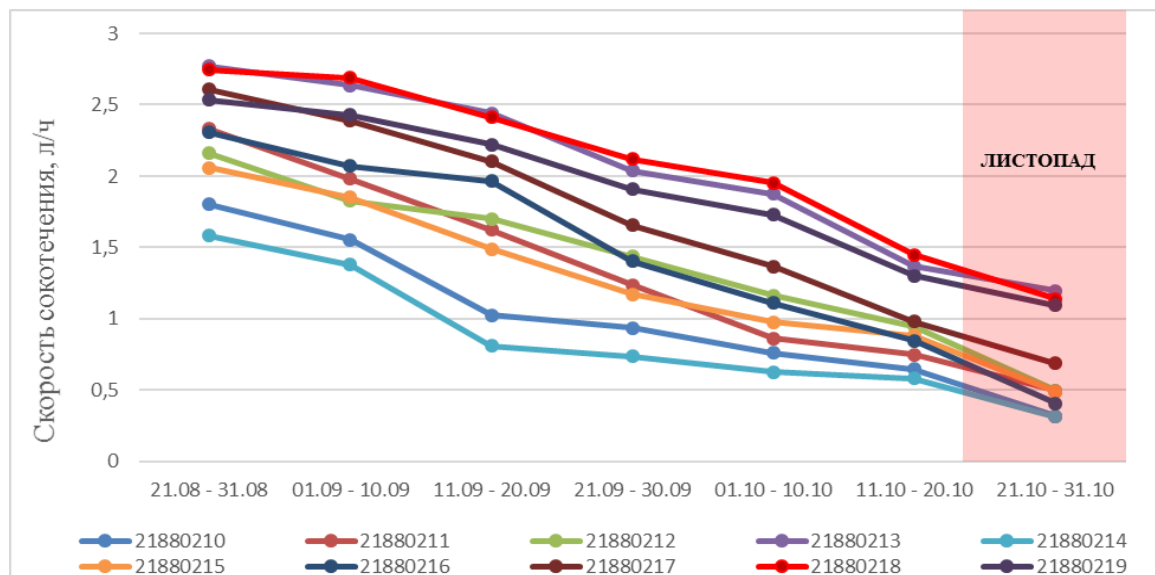


Рис. 2. Динамика скорости сокотечения для всех обследованных деревьев

Средняя скорость сокотечения варьировалась от 0,31 л/ч до 2,76 л/ч.(рис.2) Максимальные значения были достигнуты в декаду 21.08 - 31.08 и составили 2,7 л/ч. Минимальные значения - 0,3 л/ч - в декаду 11.10 - 20.10. Разброс значений скорости сокотечения составил - 2,45 л/ч. Максимальные

значения были зафиксированы для деревьев 21880218 и 21880213, с максимальной запечатанностью поверхности, минимальные для деревьев 21880210 и 21880214.

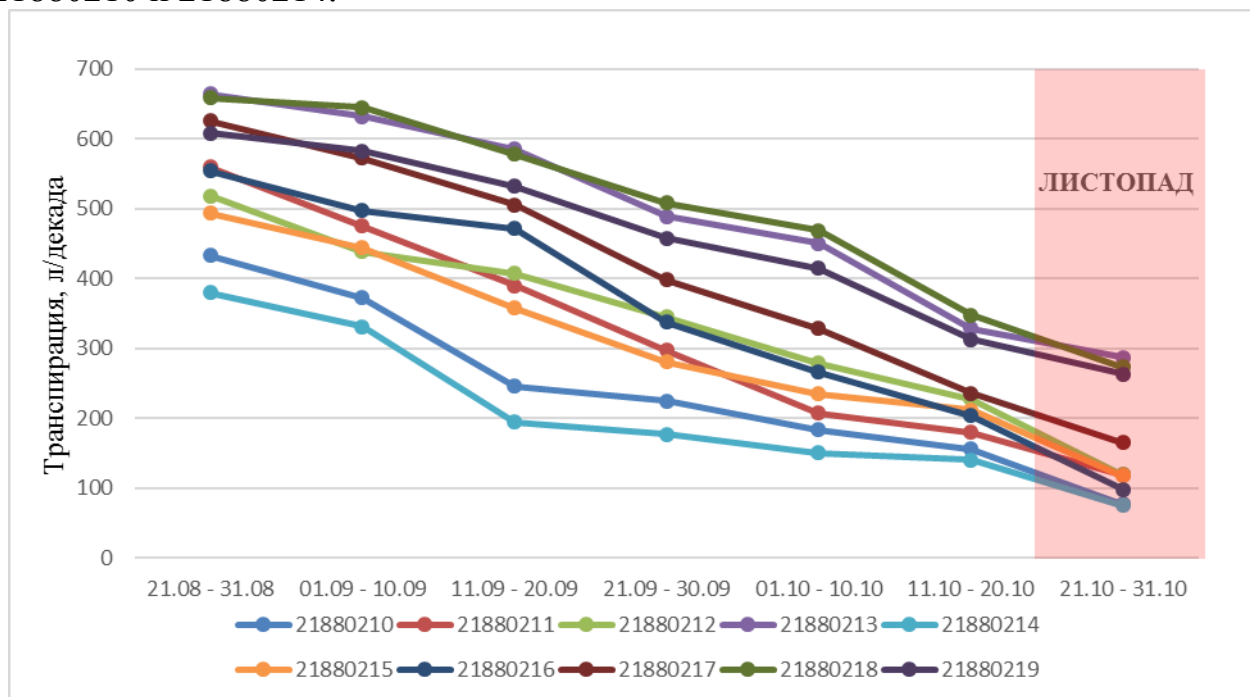


Рис. 3. Динамика транспирации

При оценке общего количества транспирированного за декаду количества воды было отмечено, что отдельными деревьями было транспортировано от 75 до 665 литров влаги за декаду (Рис. 3). Максимальные значения были достигнуты в декаду 21.08 - 31.08 и достигли 659 л. Минимальные (75 л) в декаду 21.10 - 31.10. Разброс значений составил – 590 л. Максимальные значения были зафиксированы для самых крупных деревьев 21880218 и 21880213. Минимальные для деревьев 21880210 и 21880214.

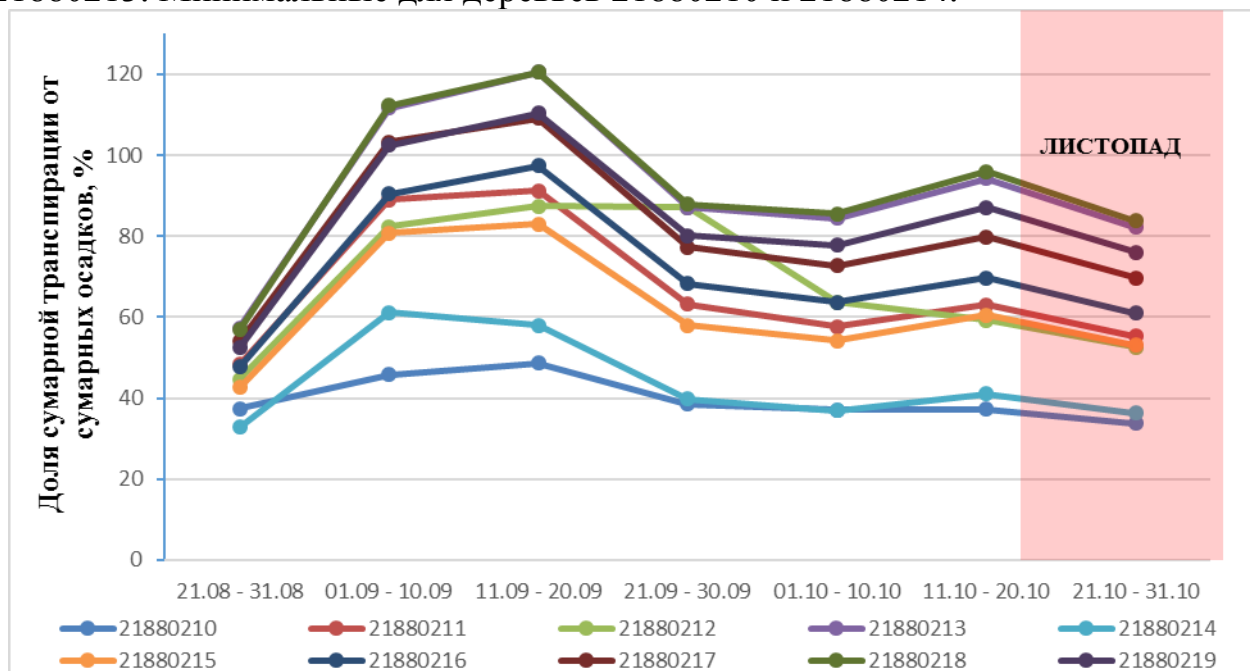


Рис. 4. Доля суммарной транспирации от суммарных осадков, %

Нами была посчитана доля суммарной транспирации от суммарных осадков, которую мы взяли как отношение кумулированной суммы осадков в литрах (пересчетом из данных с ближайшей метеостанции, выраженных в мм⁻¹, исходя из того, что в наших условиях площадь водосбора каждого дерева составляла 20 м²) к кумулированной сумме транспирации дерева. Величина колебалась от 33 до 120 % (Рис. 4). Значение в 120% означает, что дерево с начала наблюдения испарило на 20% больше воды, чем выпало с того же момента и, соответственно, использовало воду, запасенную в почве или из собственных запасов. Авторы считают, что данный показатель довольно нагляден и может быть использован в управлении зелеными насаждениями, как быстрый индикатор необходимости полива при достижении им значения более 100% при условии начала наблюдения с момента начала вегетации и оценки запасенной на тот момент в почве влаги. Важно отметить, что наши измерения позволяют не только оценить время начало полива, его объем, но и класс деревьев, для которых он в данный момент необходим. Так как, например, в то время как крупные деревья 21880218 и 21880213 транспортировали к третьей декаде наблюдения более 100% накопленных осадков, более мелкие деревья 21880210 и 21880214 не достигли по этому показателю 70%, а среднее значения для всех наблюдаемых деревьев было 90,5%.

Выводы:

1. Устройства семейства TreeTalker показали свою применимость для экологического мониторинга состояния зеленых насаждений в условиях г.Москвы
2. Датчик сокотечения показал стабильную работу в условиях г.Москвы, полученные значения соответствуют значениям в литературе
3. Нами предложен простой и понятный способ оценки времени и объема полива зеленых насаждений по данным мониторинга сокотечения с помощью устройств семейства TreeTalker

Библиографический список

1. Cecil C. Konijnendijk The Forest and the City The Cultural Landscape of Urban Woodland
2. Мазур И.И., Иванов О.П. (2004) Опасные природные процессы. – М.: Экономика. - 702 с.
3. Valentini R. et. al., New tree monitoring systems: from Industry 4.0 to Nature 4.0, Annals of silvicultural report, Vol.43,#2,2019
4. Granier A (1985) A new method of sap flow measurement in tree stems. Ann For Sci 42:193–200.