

АссuPAR LP-80: фотосинтетическая активная радиация и индекс листовой поверхности

Теория, измерение, применение

Прибор АссuPAR LP-80

АссuPAR - это прибор, позволяющий измерить параметры PAR/LAI. Он состоит из датчика (80 сенсоров), на который попадает прямой и проникающий свет, данные о которых передаются на экран и сохраняются в памяти.



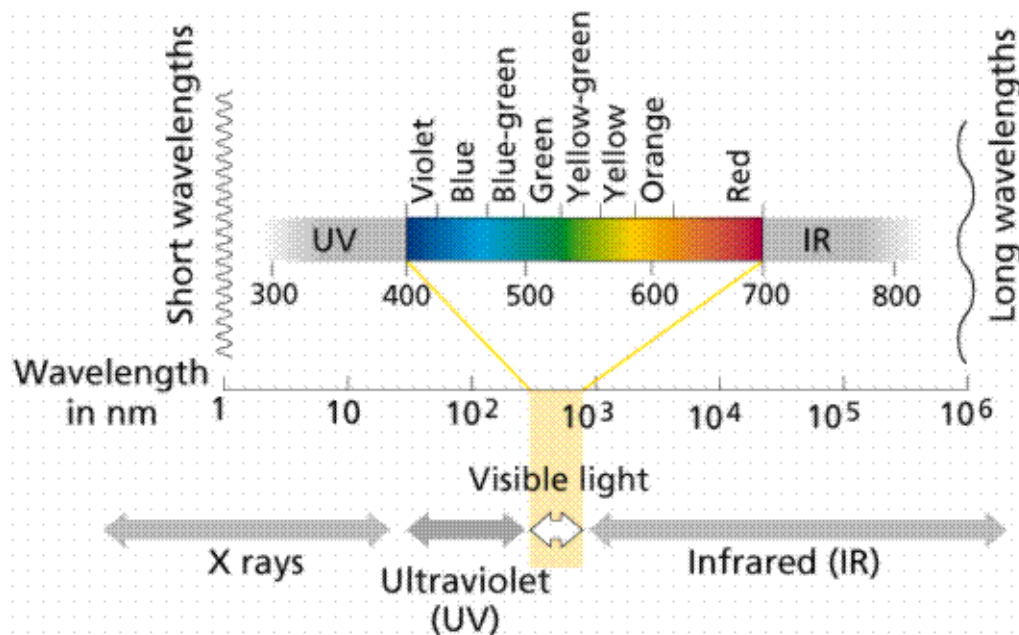
Прибор АссиPAR LP-80

Что измеряет АссиPAR?

- PAR (Фотосинтетическая активная радиация)
 - Вручную / непрерывно (без исследователя)
- LAI (Индекс листовой поверхности).
 - используя результаты измерения PAR выше и ниже растительного покрова



Что такое PAR?



Электромагнитный спектр

- Сокращение от **P**hotosynthetically **A**ctive **R**adiation (Фотосинтетическая активная радиация)
- Видимая часть спектра (от 400 до 700 нм)
- Свет, используемый растениями для фотосинтеза
- Ед. измерения LP-80 $\mu\text{моль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ (измерение плотности потока фотонов)

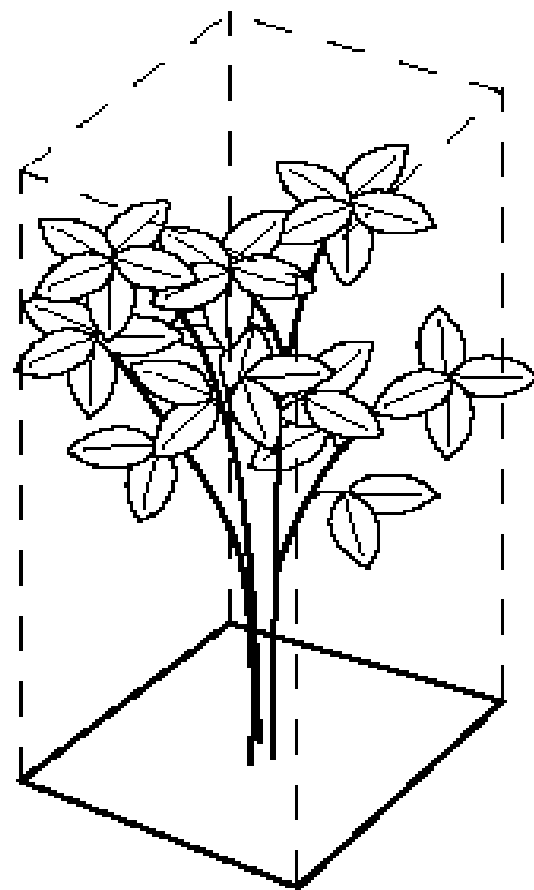
Для чего используется PAR?

PAR – это солнечная энергия, доступная для растений. Ниже приведены наиболее частые применения параметра PAR:

- Измерение общей радиации выше или ниже растительного покрова, влияющей на растения и окружающие организмы.
- Количество радиации, используемой растениями для фотосинтеза (через сравнение значений радиации ниже и выше растительного покрова)
- Индекс листовой поверхности (**LAI**) м.б. рассчитан при измерении PAR ниже и выше растительного покрова

Индекс листовой поверхности (LAI): Что это такое?

- Определяется как отношение общей площади листовой поверхности к площади земли, на которой она растет
- Не имеет размерности
- Варьируется в диапазоне от 0 (голая земля) до 5 или 6 (например, в тропических лесах)



Для чего используется LAI?

- Определение плотности растительного покрова и биомассы
- Мониторинг роста и гибели растительного покрова
- Прогнозирование урожайности (например винограда, зерновых, и др.)
- Расчет суммарного испарения влаги

Как Вы измеряете LAI?

- Разрушение образца (подсчет листьев)



Li-Cor LI-3100C

Преимущества: Учитывает все листья, хорошая точность при точном выполнении

Недостатки:

- Губителен для природы
- Высокие трудозатраты
- Подсчитывает все листья, в т.ч. «слипшиеся», не участвующие в фотосинтезе

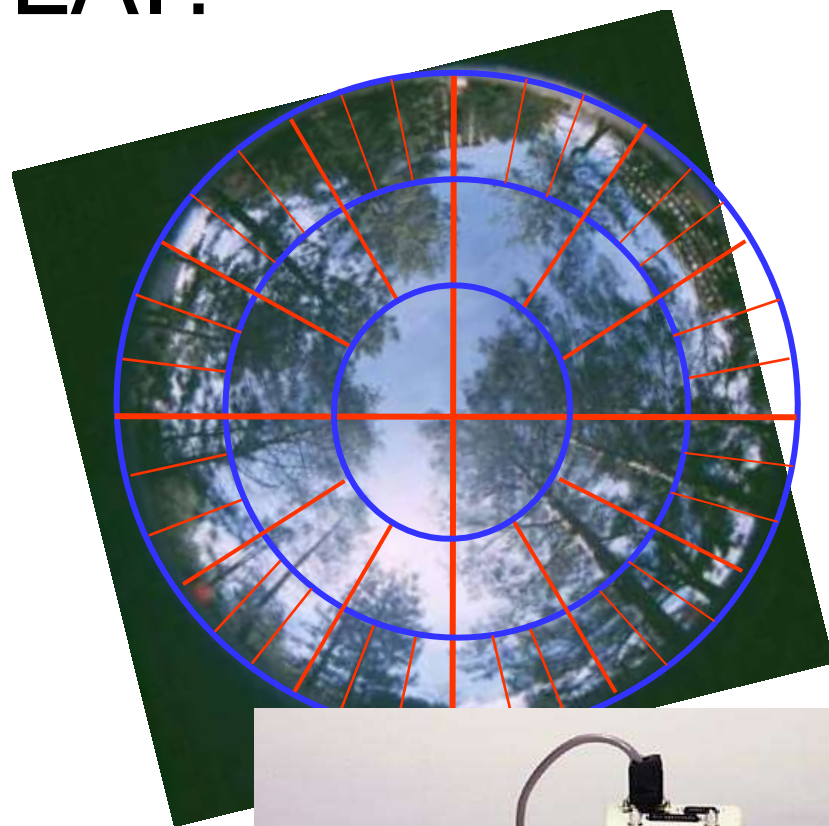
Как Вы измеряете LAI?

Изображение по типу «рыбьего глаза»

- Изображение получают с помощью фотокамеры
- Сравнение тени и света в различных частях изображения
- LAI вычисляют по проникновению света и структуре растения

Недостатки:

- На изображении не д.б. солнца, что ограничивает возможности измерений
- Высокая стоимость приборов
- Для точных результатов необходимо аккуратно выполнять измерения



Как Вы измеряете LAI?



Проникновение PAR

Индекс листовой поверхности может быть рассчитан измерением общего и проникающего света через растительный покров, структуры растения, а также условия освещения.

Расчет LAI с помощью AccuPAR LP-80

- Измерение радиации выше растительного покрова
- Измерение радиации ниже растительного покрова
- + прибором измеряются другие параметры, необходимые для расчета LAI



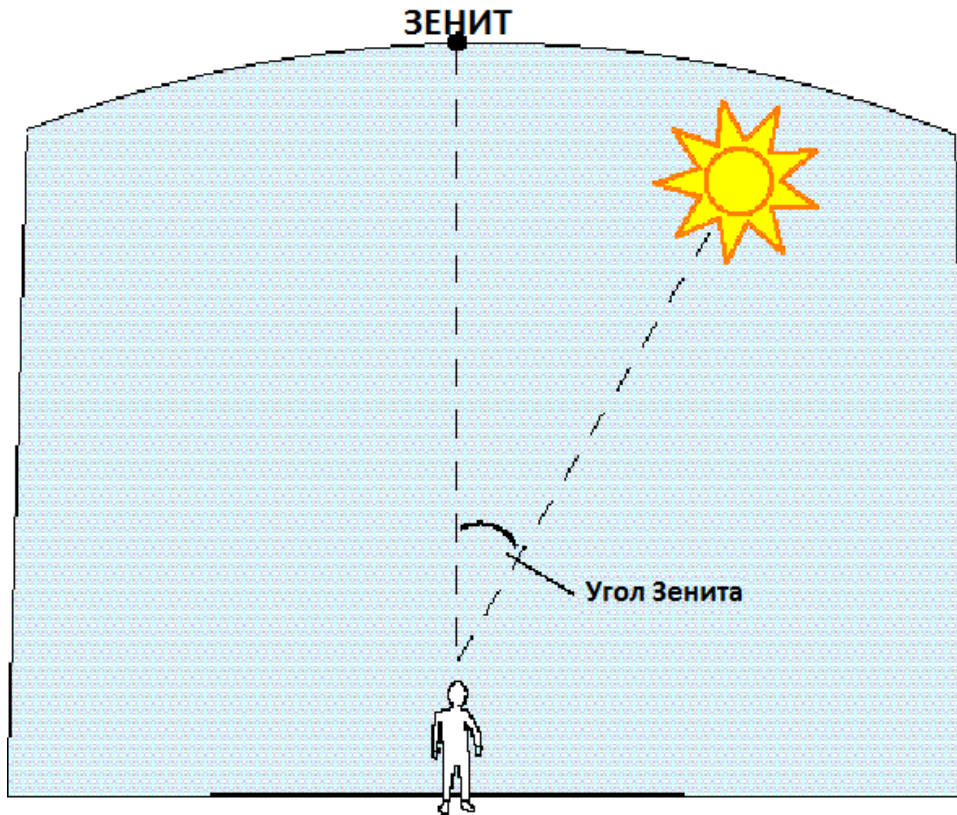
Прибор рассчитывает LAI, основываясь на уравнениях Goudriaan, Norman, и Campbell, используя следующие данные:

- τ (PAR выше/ниже растительного покрова)
- Угол зенита
- F_b (часть излучения, поступающая напрямую от солнца, т.е. без преград)
- Параметр распределения листьев по поверхности (χ)

T – коэффициент проникновения света через растительность

- Отношение Доступного PAR/проникающий PAR.
- Измерение PAR проводится сначала выше растительного покрова, затем под ним
- Коэффициент проникновения света автоматически рассчитывается прибором АссuPAR LP-80

Угол зенита

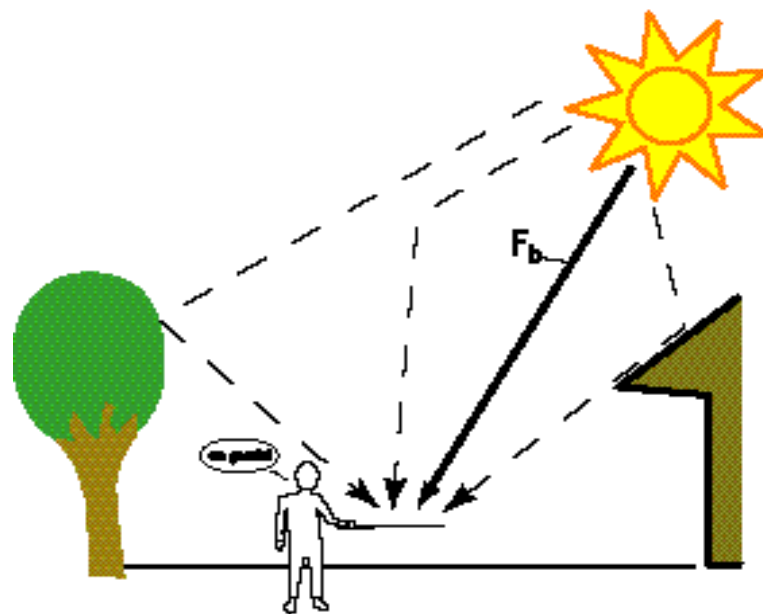


Автоматически
рассчитывается
AccuPAR

F_b (Доля солнечной радиации)

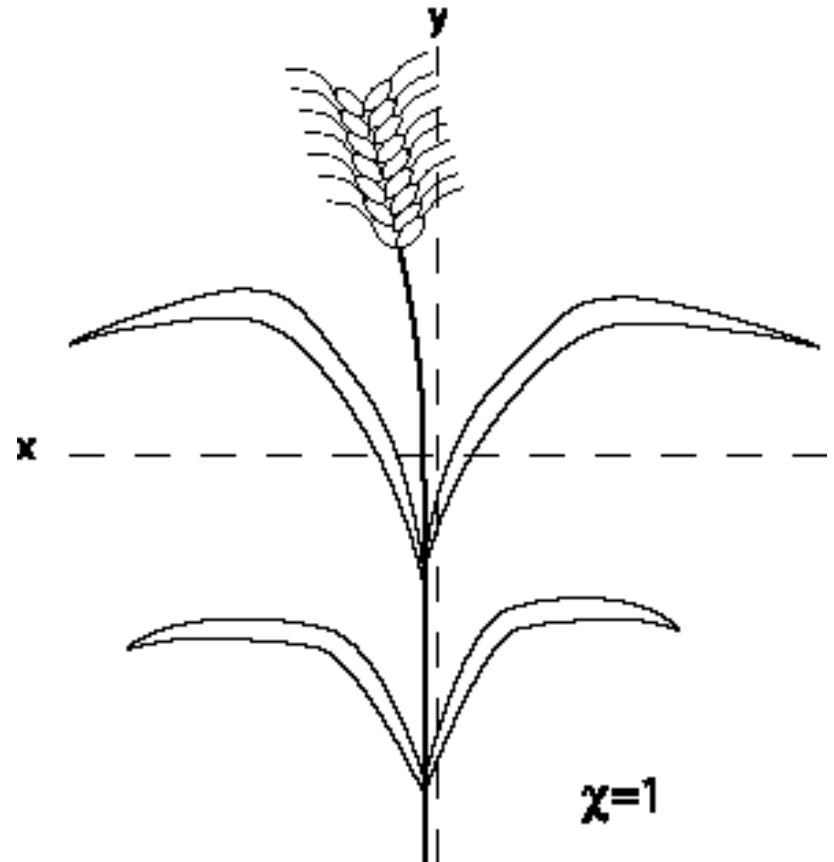
Доля от общей радиации, поступающая напрямую от Солнца (и никаких других источников)

- Примерно 85% при полностью солнечном дне
- Проще рассчитать, чем измерить.
- АссиPAR рассчитывает его автоматически
- В полностью облачный день параметр удаляется из уравнения



X : Распределение листьев по поверхности

- Описывает форму растения
- Является отношением вертикальной оси (высота растения) к горизонтальной (распределение по почве)
- Различен для каждого растения
- Рассчитывается исследователем
- Не вводит большой ошибки при расчете LAI



(χ): Примеры



Вертикальное
распределение
 $\chi = 0.5$
(лук)



Сферическое
распределение
 $\chi = 1$
(большинство растений)



Горизонтальное
распределение
 $\chi = 3$
(клубника)

Сведение в одно уравнение:

$$K = \frac{\sqrt{x^2 + \tan^2 \Theta}}{x + 1.744(x + 1.182)^{-0.733}}$$

$$L = \frac{\left[\left(1 - \frac{1}{2K} \right) f_b - 1 \right] \ln \tau}{A(1 - 0.47f_b)}$$

Модель проникновения PAR: плюсы и минусы

Плюсы:

- Не губят растение
- Точные
- Недорогие
- Короткое время измерения (по сравнению с приборами конкурента)
- Легкие

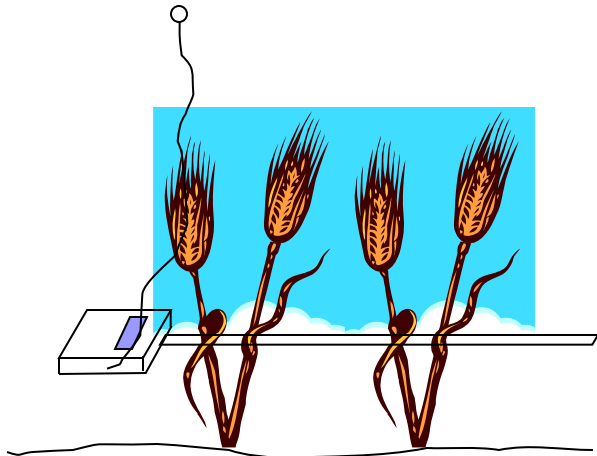
Минусы:

- В облачные дни нужно измерять PAR выше и ниже растительного покрова одновременно
Если растение высокое, то сложно проводить измерения PAR выше растительного покрова

Примеры измерения

■ Пшеница (зерновые)

Проводится несколько измерений для получения более достоверных данных:

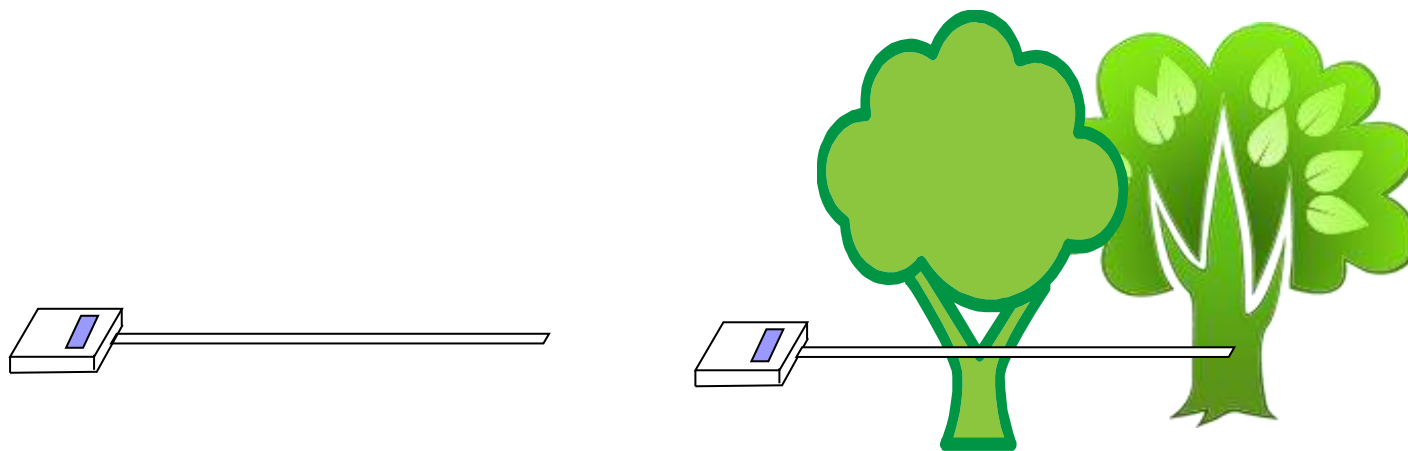


- Измерение PAR ниже раст. покрова производится основным зондом
- Измерение PAR выше раст. Покрова производится дополнительным зондом
- X приблизительно равен 1, F_b и угол зенита рассчитывается прибором
- Значения LAI отображаются при каждом измерении
- Работает при любом освещении

Примеры измерения

■ Лес

- Освещение д.б. однородным (солнце или полная облачность)
- Измерения PAR над растительностью делаются вне ее, или в местах просветов
- Проводится несколько измерений PAR под растительным покровом
- X предполагается равным 1, F_b и угол зенита рассчитывается прибором
- Значения LAI отображаются при каждом измерении



Контакты:

ООО «ЛабДепо» является генеральным представителем Decagon Devices на территории РФ.

- 197374, г. Санкт-Петербург, Торфяная дорога, д. 7, лит. Ф, бизнес-центр "Гулливвер-2", офис 323
- Тел./факс (многоканальный): (812) 320-60-48
- es@labdepot.ru, info@labdepot.ru