



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«БИОМЕДИЦИНСКИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ ВИЗУАЛИЗАТОРЫ»
(ООО «БФВ»)

**ПРИБОР ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ
РАМ-2**

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

г. Нижний Новгород
2024

Прибор РАМ-2 (далее – РАМ-2) предназначен для диагностики состояния растений методом РАМ (Pulse-Amplitude Modulation)¹, в основе которого лежит измерение модулированной флуоресценции хлорофилла. Для возбуждения хлорофилла используется модулированный свет, который включается и выключается через определенные промежутки времени. Регистрация флуоресценции осуществляется детектором с полосовым фильтром.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАМ-2

Функциональные характеристики:

- регистрация следующих физиологических параметров растений на основе метода РАМ:
 - F₀ – начальная флуоресценция объектов, адаптированных к темноте;
 - F_m – максимальная флуоресценция;
 - F_t' - минимальная флуоресценция в условиях адаптации к свету;
 - F_m' - максимальная флуоресценция в условиях адаптации к свету;
 - F_v - переменная флуоресценция, определяется как: F_m – F₀;
 - F_v' - переменная флуоресценция в условиях адаптации к свету, определяется как: F_m' – F₀';
 - F_v'/F_m' – эффективность открытых реакционных центров фотосистемы II в условиях адаптации к свету;
 - Y_{II} - квантовый выход фотосистемы II;
 - q_N - величина нефотохимического тушения;
 - q_P - величина фотохимического тушения;
 - NPQ - индекс нефотохимического тушения флуоресценции;
- возможность создания пользователем собственного дизайна эксперимента путем написания скрипта из набора доступных команд;
- режимы выполнения скрипта пользователя:
 - ручной режим (по нажатию кнопки в программе РАМ 2.0);
 - автоматизированный режим (по внешнему триггер-импульсу для обеспечения длительных автоматизированных экспериментов);

Оптические характеристики

- рабочее поле для определения физиологических параметров растения находится в центре окна и составляет 10×10 мм²;
- длина волны источника излучения: 444±10 нм;

¹ Гольцев В. Н. и др. Использование переменной флуоресценции хлорофилла для оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата растений // Физиология растений. – 2016. – Т. 63. – №. 6. – С. 881-907.

– интенсивность насыщающего света варьируется пользователем от 2 до 100%. При 100% плотность мощности на объекте исследования составляет $45,5 \text{ мВт/см}^2$ (соответствует световому потоку $1690 \text{ мМ/м}^2\text{с}$);

– длительность насыщающей вспышки варьируется пользователем от 300 до 1000 мс;

– интенсивность актиничного света варьируется пользователем от 3% до 100%. При 100% плотность мощности на объекте исследования составляет $4,9 \text{ мВт/см}^2$ (соответствует световому потоку $180 \text{ мМ/м}^2\text{с}$);

– плотность мощности излучения на объекте исследования при измерительной вспышке составляет $0,5 \text{ мВт/см}^2$ (соответствует световому потоку $18,4 \text{ мМ/м}^2\text{с}$);

– длительность измерительной вспышки варьируется пользователем от 1 до 1000 мс;

– диапазон длин волн регистрации флуоресцентного излучения: 650-750 нм;

Массо-габаритные характеристики

– габариты прибора (ВхШхГ): $70 \times 120 \times 120 \text{ мм}^3$;

– масса прибора (без массы блока питания): не более 525 г;

Питание прибора

– питание прибора осуществляется от блока питания, входящего в комплект поставки.

УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА РАМ-2

1 - выходное оптическое окно, через которое осуществляется вывод оптического излучения и регистрация флуоресценции хлорофилла в отражательной конфигурации;

2 - разъем USB 2.0 для соединения с ноутбуком;

3 - разъем питания для включения блока питания 5 В, 3 А;

4 - SMA разъем для запуска скрипта по внешнему триггеру.



Рисунок 1 – Общий вид прибора РАМ-2.

1 – выходное оптическое окно, 2 – USB-разъем для подключения к ноутбуку, 3 – разъем питания, 4 – SMA разъем для запуска скрипта по внешнему триггеру.

Принцип работы прибора РАМ-2 основан на способности хлорофилла, содержащегося в растениях, флуоресцировать под воздействием возбуждающего излучения. Облучение растения и регистрация флуоресценции осуществляется через оптическое окно (1). Уровень флуоресценции зависит от состояния фотосинтетического аппарата, и меняется в зависимости от условий съемки: после темновой адаптации, после насыщающей вспышки, в актиничном свете. Для определения физиологических параметров растений, таких как квантовый выход фотосистемы II (Y_{II}), величины нефотохимического тушения (q_N) и др. требуется выполнение алгоритма последовательного включения световых вспышек различной интенсивности, облучающих растение, и регистрации флуоресценции хлорофилла. Данный алгоритм задается пользователем в текстовом редакторе в виде скрипта (последовательности исполняемых прибором команд), который затем загружается в специализированной программе РАМ 2.0 (Рисунок 2).

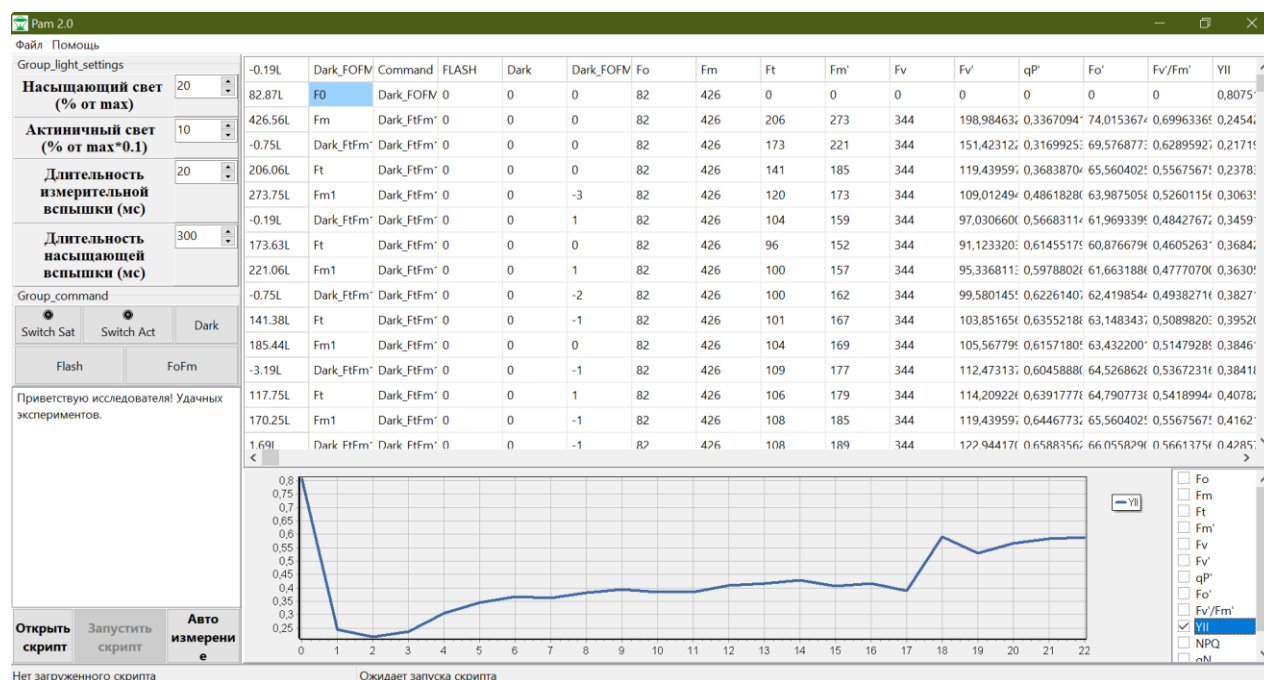


Рисунок 2 – Интерфейс программы РАМ2.0

Для взаимодействия с компьютером прибор РАМ-2 соединяется с ним посредством кабеля USB 2.0. В программе РАМ 2.0 также предусмотрено автоматическое выполнение заданного пользователем алгоритма по внешнему триггер-импульсу, подаваемому на SMA-разъем. Данный режим работы прибора будет полезен при длительных автоматизированных измерениях.

Пользователь может самостоятельно настраивать следующие параметры съемки: интенсивности насыщающего и актиничного света, длительности измерительной и насыщающей вспышек, а так же менять данные параметры при выполнении скрипта.

Результаты эксперимента отображаются в окне программы сразу после выполнения скрипта в виде таблиц и графиков. Исходные данные и результаты их обработки сохраняются в выбранный пользователем файл, а так же могут быть скопированы через буфер обмена и вставлены во внешнюю программу для обработки, например, Excel. Сохраненные данные могут быть загружены в программу РАМ2.0 для расчета фотохимических индексов и построения соответствующих графиков.

Прибор поставляется в защитном кейсе (рисунок 3).



Рисунок 3 – Комплект поставки прибора РАМ-2

По всем возникающим вопросам обращайтесь к Изготовителю прибора РАМ-2:
Общество с ограниченной ответственностью "Биомедицинские флуоресцентные визуализаторы" (ООО «БФВ»)
603000 г. Нижний Новгород, ул. Алексеевская, дом 26, П16, офис 307
E-mail: ilya340@mail.ru