

**Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Санкт-Петербургский Государственный университет
информационных технологий механики и оптики**

**Методика проведения измерений
объектов природной среды на
программно-аппаратном комплексе
Газоразрядной Визуализации (ГРВ)**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ



**Санкт-Петербург
2009**

Орлов Д.В./ под ред. д.т.н. Короткова К.Г. Методика проведения измерений объектов природной среды на программно-аппаратном комплексе Газоразрядной Визуализации (ГРВ). – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2009. – 47 с.

В данном методическом пособии излагаются основные принципы проведения измерений объектов окружающей среды на программно-аппаратном комплексе Газоразрядной Визуализации (ГРВ) с использованием стандартной процедуры и правила обработки получаемых данных в программном обеспечении «GDV Software».

Работа выполнена при поддержке гранта правительства Санкт-Петербурга «Конкурс грантов 2008 года для студентов, аспирантов вузов и академических институтов Санкт-Петербурга».

Работа проводилась на базе и при поддержке компании ООО «Кирлионикс Технолоджис Интернейшнл».

Одобрено на заседании кафедры проектирования компьютерных систем Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики.

Оглавление

1. Введение	4
1.1. Краткое описание метода ГРВ.....	4
1.2. Условия эксплуатации и техника безопасности	5
1.3. Метод ГРВ в исследованиях объектов окружающей среды	5
2. ГРВ оборудование.....	6
2.1. Приборы ГРВ.....	6
2.2. ГРВ Минилаборатория	10
2.3. ГРВ Пятый элемент	13
3. Условия проведения исследований методом ГРВ	14
3.1. Общие дестабилизирующие факторы	14
3.2. Общие рекомендации	19
4. Исследование объектов окружающей среды	21
4.1. Измерения с использованием платинового электрода	21
4.2. Измерения с использованием металлической антенны	23
4.3. Измерения с использованием шприца	23
4.4. Измерения другими способами	28
5. Стандартная процедура измерений.....	34
5.1. Стандартная последовательность действий	34
5.2. Обработка данных.....	35
5.3. Проверка влияния процедуры измерений	37
5.4. Исследование влияния.....	38
5.5. Сравнение двух выборок методом Манна-Уитни.....	38
5.6. Параметрические зависимости	40
6. Примеры использования стандартной процедуры	42
7. Заключение	46
8. Литература	47

1. Введение

1.1. Краткое описание метода ГРВ

Принципы регистрации цифровых газоразрядных изображений с последующей их компьютерной обработкой и анализом были впервые предложены и развиты д.т.н. Коротковым К.Г. в работах [1 – 4]. Под его руководством на кафедре проектирования компьютерных систем Санкт-Петербургского Государственного университета информационных технологий, механики и оптики разработан прибор газоразрядной визуализации «ГРВ Камера», предназначенный для регистрации статических и динамических газоразрядных изображений. Прибор сертифицирован Комитетом по Новой Медицинской Технике МЗ РФ в качестве прибора медицинского назначения и выпускается серийно.

Приборы газоразрядной визуализации были созданы для профессиональных научных и прикладных исследований биологических и небιологических объектов окружающей среды. То есть, кроме исследования организма человека, с его помощью можно изучать жидкости и твердые вещества органического и неорганического происхождения (кровь, вода, растительные культуры, минералы и т.д.).

Приборы ГРВ предназначены для регистрации оцифрованных изображений газоразрядного свечения (ГРВ-грамм), возникающего вокруг объектов исследования различной природы при помещении их в электромагнитное поле высокой напряженности.

Приборы ГРВ работают в комплексе с компьютером (кроме устройства «ГРВ Эко-Тестер»). Съемка ГРВ-грамм и управление режимами работы оборудования осуществляется с помощью программы «GDV Capture», а обработка получаемых изображений производится с использованием программного обеспечения «GDV Software». В частности обработка получаемых серий ГРВ-грамм производится в программе «GDV Scientific Laboratory», которая позволяет рассчитывать параметры изображений и выявлять статистически достоверное различие между выборками, что в значительной степени облегчает интерпретацию получаемых результатов [5].

ГРВ оборудование позволяет регистрировать как статические, так и динамические ГРВ-граммы в различных режимах по длительности и по мощности электромагнитного поля, воздействующего на объект исследования.

1.2. Условия эксплуатации и техника безопасности

- Рекомендуется эксплуатировать приборы ГРВ при температуре от + 10°C до + 35°C.
- Не рекомендуется работа с прибором ГРВ на расстоянии менее 50 см от компьютера.
- Прибор, находившийся при температуре ниже 0°C, разрешается включать в отапливаемом помещении только через 3 часа.
- Работа с приборами ГРВ исключает возможность одновременного использования на компьютере других видеоустройств (TV-тюнер, видеокамера, и т.п.).
- Хранить прибор нужно в упаковке изготовителя в закрытом, отапливаемом, вентилируемом помещении при температуре воздуха от плюс 5°C до плюс 40°C с относительной влажностью не более 80% – условия хранения по ГОСТ 15150. Воздух в помещении не должен быть насыщен топливным газом или другими активными коррозионными агентами.

1.3. Метод ГРВ в исследованиях объектов окружающей среды

Технология газоразрядной визуализации применяется для исследования не только человека в целом, но и различных объектов природной среды. Многолетние исследования в разных странах показали, что метод ГРВ является чувствительным при изучении свойств веществ различной природы и материалов. Во многих областях его возможности оказались уникальными. Об этом свидетельствуют 6 патентов и десятки опубликованных статей.

Информативность метода ГРВ для исследования жидкофазных объектов была продемонстрирована при изучении свечения микробиологических культур [Гудакова Г.З. и др. 1990], крови здоровых людей и онкологических больных [Коротков К.Г. и др., 1998], реакции крови на аллергены [Свиридов Л.П. и др., 2003], сопоставление натуральных и синтетических, органических и обычных образцов масел [Коротков К.Г. и др., 2004], гомеопатических препаратов [Бэлл И. и др., 2003], цветочных эссенций [Коротков К.Г. и др., 2003], драгоценных камней и их влияния на человека.

Также метод ГРВ используется при исследовании геоактивных зон Земли и их влияния на человека. Факторы окружающей среды, как географические, так и космические, в первую очередь действуют на природные объекты. Измеряя их параметры в спокойных и активных зонах, можно выделять геоактивные зоны по аномалиям различных параметров.

2. ГРВ оборудование

Оборудование ГРВ было разработано на основе метода газоразрядной визуализации и включает в себя ряд приборов ГРВ и вспомогательной аппаратуры. Серийно выпускается три модификации ГРВ приборов: «ГРВ Камера», «ГРВ Компакт» и «ГРВ Экспресс». Кроме них разработан прибор для автономной работы без компьютера – «ГРВ Эко-Тестер». Также выпускаются вспомогательные средства для исследования объектов окружающей среды: «ГРВ Минилаборатория» и «ГРВ Пятый элемент». «ГРВ Экспресс» предназначен только для одновременного снятия ГРВ-грамм десяти пальцев рук, поэтому в исследованиях объектов окружающей среды не используется. О каждом из этих аппаратных средств в отдельности, кроме «ГРВ Экспресс», будет подробнее рассказано далее.

2.1. Приборы ГРВ

Приборы ГРВ регистрируют свечение газового разряда, возникающего вблизи поверхности исследуемого объекта при помещении последнего в электрическое поле высокой напряженности. ГРВ-граммы оцифровываются и передаются в компьютер для обработки и представления их в визуальной форме.

ГРВ-граммы регистрируются при помощи запатентованной оптической системы и камеры. Полученное газоразрядное свечение преобразуется в видеосигнал, записываемый в виде одиночных кадров (ВМР-файлов) или коротких видеофильмов (АVI-файлов) в память компьютера. Данные обрабатываются при помощи специализированного программного комплекса, который позволяет вычислять параметры и на их основе делать определенные заключения.

«ГРВ Камера»

Прибор «ГРВ Камера» (рис. 2.1) предназначен для исследования объектов различной природы. Данный прибор предоставляет следующие возможности:

- наблюдать изменения функционального состояния организма человека во времени (мониторинг состояния);
- определять психологический профиль личности;
- оценивать уровень тревожности и активации;
- исследовать объекты различной природы (растения, минералы, пищевые продукты), и жидкости различной консистенции (кровь, воду, эфирные масла) и т.д.

Прибор «ГРВ Камера» позволяет регистрировать как статические, так и динамические ГРВ-граммы.

На рисунке представлен общий вид прибора с обозначенными внешними элементами.

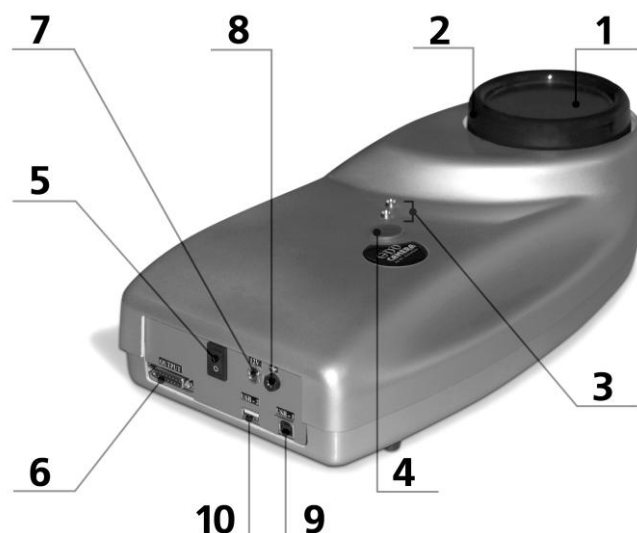


Рис. 2.1. Общий вид прибора «ГРВ Камера»

Внешние элементы прибора «ГРВ Камера»:

- 1 – электрод;
- 2 – регистратор;
- 3 – индикаторы состояния прибора:
«зеленый» – прибор включен,
«красный» – подача разряда;
- 4 – кнопка «STOP» – для прекращения разряда;
- 5 – кнопка «включение/выключение» прибора;
- 6 – разъем «OUTPUT» для подключения ГРВ приставок («ГРВ Акусканер», «ГРВ +») к прибору;
- 7 – разъем питания «12V» для работы с прибором от сети через AC/DC преобразователь 110-240В/12В или от аккумуляторной батареи с напряжением 12V;
- 8 – разъем заземления « $\perp$ » для подключения тест-объекта или реперного электрода;
- 9 – разъем «USB1» для подключения прибора «ГРВ Камера» к компьютеру через USB кабель (для передачи изображения и управляющих сигналов);
- 10 — разъем «USB2» для подключения видео USB кабеля от ГРВ приставок к прибору «ГРВ Камера».

Технические характеристики прибора:

- 1. Частота следования импульсов – 900-1100 Гц.
- 2. Длительность одиночного импульса не более 10 мкс.
- 3. Время автоматической экспозиции - 0,5/1,0/2,0/32 с.
- 4. Прибор работает от сети переменного и постоянного тока в диапазоне напряжения от 110 до 240 В при частоте 50 и 60 Гц. Прибор может иметь автономное питание от аккумулятора 12±1В.
- 5. Максимальная мощность, потребляемая прибором:

- при питании от сети переменного тока - не более 60 Вт;
- при питании от аккумулятора – не более 40 Вт.
- 6. Масса прибора в комплекте не более 5 кг.
- 7. Габаритные размеры: не более 200×380×130 мм.
- 8. Управление работой прибора осуществляется от компьютера через USB порт.
- 9. Передача изображения в компьютер осуществляется через USB порт.
- 10. Прибор обеспечивает стабильную работу в течение 8 ч. при сохранении своих технических характеристик в пределах норм.
- 11. Уровень промышленных помех, создаваемых прибором, не превышает значений, установленных ГОСТ 23511.
- 12. Наружные поверхности прибора обладают устойчивостью к дезинфекции раствором перекиси водорода с добавлением моющего средства, а также к санитарной обработке раствором хлорамина.
- 13. Средняя наработка на отказ – не менее 4000 часов.

«ГРВ Компакт»

Прибор «ГРВ Компакт» (рис. 2.2) предназначен для регистрации статических изображений газоразрядного свечения (ГРВ-грамм), возникающего вокруг объектов в электромагнитном поле высокой напряженности. Прибор позволяет регистрировать ГРВ-граммы пальцев рук человека, а также жидкостей высокой электропроводности (таких как вода, кровь, биологические растворы).

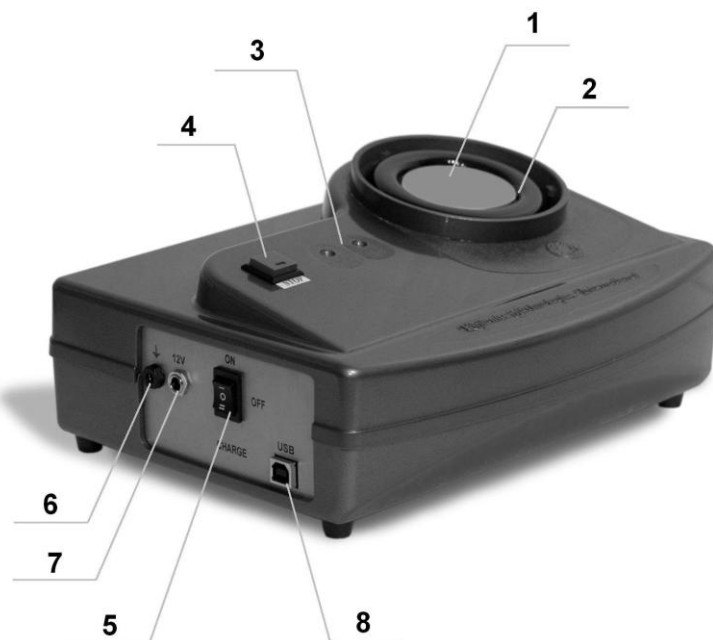


Рис. 2.2. Общий вид прибора «ГРВ Компакт»

Внешние элементы прибора:

- 1 – электрод;
- 2 – регистратор;
- 3 – индикаторы состояния прибора:
 - «зеленый» – прибор включен;
 - «красный» – разряжен аккумулятор, если прибор им оснащен;
- 4 – кнопка «STOP» для прекращения разряда;
- 5 – переключатель режимов:
 - «ON» – верхнее положение переключателя, прибор включен;
 - «OFF» – среднее положение переключателя, прибор выключен;
 - «CHARGE» – нижнее положение переключателя, для зарядки аккумулятора;
- 6 – разъем «12V» для работы с прибором через AC/DC-преобразователь 110-240В/12В или для зарядки аккумулятора;
- 7 – разъем заземления «» для подключения тест-объекта или реперного электрода;
- 8 – USB-порт.

Технические характеристики прибора:

1. Амплитуда генерируемых высоковольтных импульсов не более 5 кВ.
2. Частота следования импульсов – 1024 Гц.
3. Рабочие условия эксплуатации:
 - температура окружающего воздуха от 10 до 35 °С;
 - относительная влажность воздуха 75% при температуре 30 °С;
 - атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (630 – 800 мм рт.ст.).
4. Максимальная потребляемая мощность должна быть не более:
 - при питании от сети переменного тока – 40 Вт.
 - при питании от аккумулятора – 40 Вт.
5. Масса анализатора в комплекте не более 4,5 кг.
6. Габаритные размеры не более – 250×200×130 мм.
7. Управление работой анализатора импульсного осуществляется от компьютера через последовательный порт USB.
8. Передача изображения в компьютер осуществляется через USB порт.
9. Средняя наработка на отказ не менее – 2000 ч.
10. Уровень промышленных помех, создаваемых анализатором, не превышает значений, установленных ГОСТ 51317.4.3.
11. Наружные поверхности анализатора обладают устойчивостью к дезинфекции раствором перекиси водорода с добавлением моющего средства, а также к санитарной обработке раствором хлорамина.

2.2. ГРВ Минилаборатория

Набор «ГРВ Минилаборатория» предназначен для исследования объектов различной природы с помощью прибора «ГРВ Камера». «ГРВ Минилаборатория» дает широкие возможности по разработке индивидуальной методики проведения экспериментов, в зависимости от характеристик исследуемых объектов и поставленных целей.

Комплектация набора «ГРВ Минилаборатории» представлена на рисунке 2.3 и указана в таблице 2.1.

№	Наименование	Количество, шт
1	Отвертка	1
2	Шприц инсулиновый	3
3	Шприц со стеклянной насадкой	1
4	Шприц с глубоким заземлением	1
5	Установка для съемки больших объектов	1
6	Затемняющий колпак на установку для съемки больших объектов	1
7	Диэлектрическая часть фиксатора для стеклянных стаканчиков	1
8	Металлическая часть фиксатора для стеклянных стаканчиков	1
9	Заземляющая пластина для съемки плоских объектов	1
10	Презентационный диск	1
11	Пластина для калибровки толщиной 1 мм	1
12	Пластина для калибровки толщиной 2 мм	1
13	Стекло с лункой толщиной 3 мм	3
14	Держатель для шприца	1
15	Светозащитный колпак для держателя шприца	1
16	Стеклянный стаканчик для жидкости	3
17	Электрод с плоским держателем	1
18	Электрод с подвижной длинной иглой	1
19	Электрод с короткой иглой фиксированной длины	1
20	Единое заземление	1
21	Инструкция по эксплуатации	1
22	Транспортировочная тара	1
23	Упаковочная тара	1

Таблица 2.1. Номенклатура комплектации набора

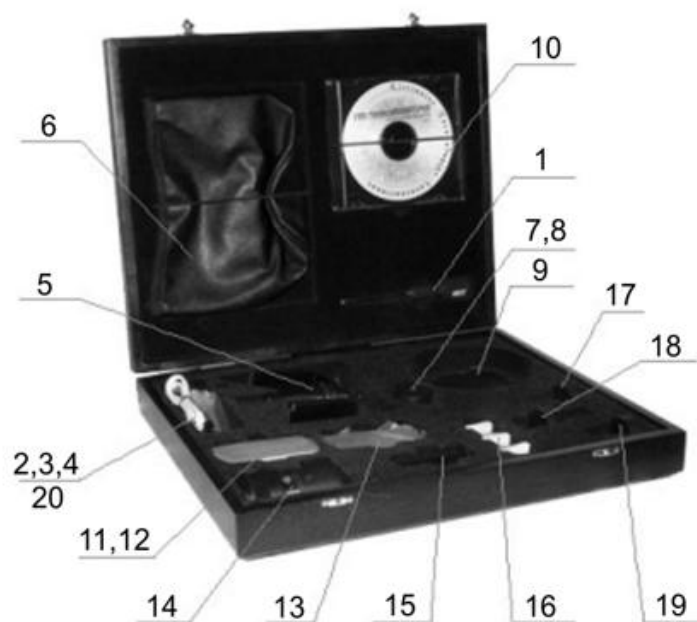


Рис. 2.3. Комплектация набора «ГРВ Минилаборатории»

Установка со шприцем

Данная установка состоит из держателя для шприца (14) и одного из трех поставляемых с набором «ГРВ Минилаборатория» шприцев:

1. Шприц с глубоким заземлением (4) используется для исследования жидкостей с очень низкой электропроводностью (основные масла, нефтепродукты).

2. Шприц со стеклянной насадкой (3) используется в том случае, когда требуется высокая точность, которая обеспечивается благодаря возможности нанесения фиксированного объема жидкости непосредственно на поверхность стеклянной насадки с помощью дозатора. Кроме того, тонкий капилляр насадки не позволяет перемешиваться нанесенной капле со столбиком жидкости в самом шприце, что позволяет заменять исследуемую жидкость внутри шприца другой – модельной – близкой по физическим и химическим параметрам (например, вязкости, электропроводности, плотности). Это удобно при ограниченном количестве экспериментального материала (например, при исследовании крови). Однако этот шприц не рекомендуется для работы с жидкостями, имеющими низкую электропроводность.

3. При достаточном количестве исследуемой жидкости целесообразно использовать инсулиновый шприц (2), т.к. он наиболее удобен в применении.



Рис. 2.4. Образцы шприцов для измерений жидкостей

1 – шприц с глубоким заземлением;
2 – шприц со стеклянной насадкой; 3 – инсулиновый шприц

Установка с лункой

Рекомендуется для исследования масел (в том числе эфирных), солода, различных эмульсий.

При работе с данной установкой, исследуемая жидкость помещается в лунку кварцевой пластины [пластинка с лункой толщиной 3 мм (13)] и заземляется при помощи электрода (18 или 19). Обычно используют электрод с короткой иглой фиксированной длины (19). В тех случаях, когда требуется разный уровень погружения электрода в лунку, используют электрод с подвижной длинной иглой (18).

Установка со стеклянным стаканчиком

Рекомендуется для исследования порошков, почв, продуктов, но может применяться и для исследования различных жидкостей.

Установка состоит из фиксатора для стеклянных стаканчиков (7, 8) и самого стеклянного стаканчика (16), в который помещается исследуемая жидкость или порошок.

Установка для исследования больших объектов

Применяется для исследования твердых объектов, имеющих линейные габариты больше размеров пространства под крышкой прибора ГРВ (зерновые культуры, растения, минералы, камни, пищевые продукты и т.д.).

Установка для исследования плоских объектов

Применяется для исследования твердых объектов, имеющих плоскую форму, мелкого зернового материала.

Установка для исследования небольших объектов

Применяется для исследования твердых объектов, имеющих линейные размеры меньше размеров пространства под крышкой прибора ГРВ (зерновые культуры, растения, минералы, камни, пищевые продукты небольшого размера и т.д.).

2.3. ГРВ Пятый элемент

Приставка предназначена для регистрации динамики изменения состояния различных природных сред, путем съемки серии газоразрядных изображений (ГРВ-грамм) тест-объекта, в цепь которого включаются специализированные электроды, погружаемые в исследуемую среду. С помощью данного прибора может производиться последовательное измерение до 5-ти сред.

При помощи приставки можно, например, определить геопатогенные зоны, а также выявить места, наиболее подходящие для нахождения человека. Возможно также применять прибор для определения благоприятных зон для сна, работы и отдыха в жилых помещениях. Кроме того, при проведении историко-краеведческих экспедиций возможно с новой точки зрения оценить географическое положение священных мест.

Приставка работает от встроенной аккумуляторной батареи совместно с прибором «ГРВ Компакт» или «ГРВ Камера».

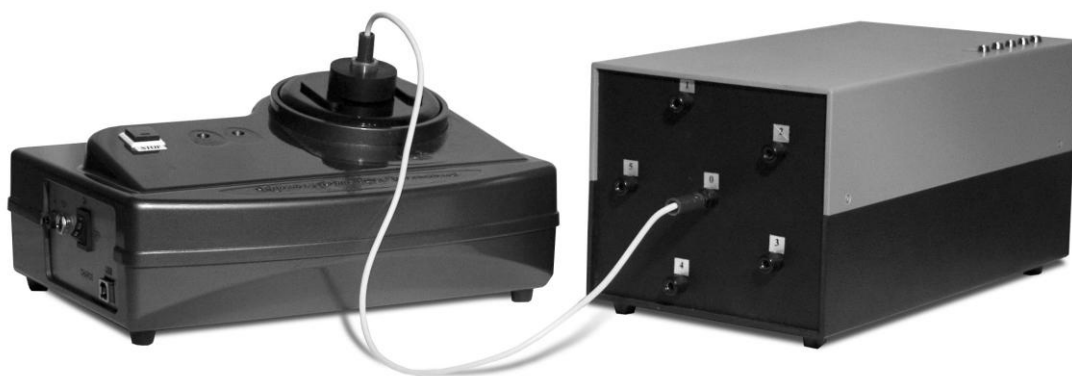


Рис. 2.5. Внешний вид прибора «ГРВ Пятый элемент»

Технические характеристики прибора:

1. Количество входных каналов – 5.
2. Масса приставки – не более 2,5 кг.
3. Габаритные размеры – 130х270х145 мм.
4. Наружные поверхности приставки обладают устойчивостью к дезинфекции по ГОСТ 42-21-2 3% раствором перекиси водорода по ГОСТ 177 с добавлением 0,5% моющего средства типа «Лотос» по ГОСТ 25644, а также к санитарной обработке 1% раствором хлорамина.

Прибор обеспечивает автоматическое переключение между измерительными каналами под управлением программы «GDV Capture». Принцип подключения прибора «ГРВ Пятый элемент» к прибору ГРВ приведен на рисунке 2.6. Прибор «ГРВ Компакт» или «ГРВ Камера» служит измерительным устройством.

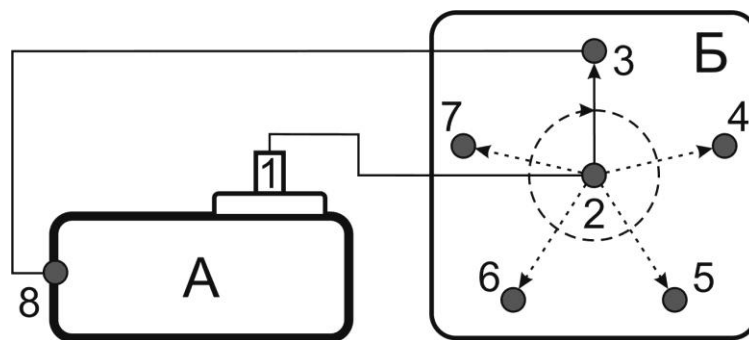


Рис. 2.6. Принцип работы прибора «ГРВ Пятый элемент».

А – прибор ГРВ; Б – «Пятый элемент»; 1 – тест-объект; 2 – входной разъем; 3-7 – разъемы для подключения электродов; 8 – разъем заземления на приборе ГРВ

Тест-объект (1) размещается на электроде ГРВ устройства при помощи специального держателя и подключается к разъему (2) на приставке «ГРВ Пятый элемент». С помощью специального автоматического переключателя контактный вывод тест-объекта, подключенный к разъему 2, поочередно переключается между разъемами «ГРВ Пятого элемента». Контактный вывод будет подключаться лишь к тем разъемам, к которым подключены электроды, что, в свою очередь, устанавливается программным путем. Один из разъемов (3) «ГРВ Пятого элемента» подключен к разъему заземления прибора ГРВ. Таким образом, можно производить последовательные измерения различных объектов окружающей среды и заземленного тест-объекта. В каждом положении (3-7) производится заданное количество измерений и затем происходит переключение на следующий канал.

С помощью приставки «ГРВ Пятый элемент» можно производить измерения четырех элементов: воды (река, ручей, озеро и т.п.), земли (заземление электрода в почве), дерева и металла (радио-антенна, поставляемая в комплекте с приставкой). Пятым элементом – огнем – служит газовый разряд, развивающийся в ГРВ приборе. Именно поэтому прибор называется «ГРВ Пятый элемент».

3. Условия проведения исследований методом ГРВ

3.1. Общие дестабилизирующие факторы

При проведении любых измерений методом газоразрядной визуализации на получаемые результаты оказывают влияние различные факторы, которые мы назвали дестабилизирующими. Среди этих факторов можно выделить общие, то есть относящиеся к измерениям на ГРВ приборах в целом, и частные, то есть относящиеся только к измерениям с применением определенной экспериментальной установки, например, измерения с шприцом. В данном разделе подробно расписаны только общие дестабилизирующие факторы, а частные будут рассмотрены по отдельности в разделах, посвященных измерениям с применением конкретной экспериментальной установки.

Плохое заземление

При отсутствии надлежащего заземления прибора и компьютера, подключенного к нему, происходит накопление на них статического заряда, что с течением времени может приводить к разрядке накопившегося заряда, что при длительных сериях измерений иногда приводит к самопроизвольному выключению или перезагрузке компьютера. Также при отсутствии заземления сказывается влияние перепадов напряжения в сети, обусловленных другими электрическими приборами, подключенными в одну сеть с прибором ГРВ. Эти факторы влияют на стабильность газового разряда, а, следовательно, и получаемых ГРВ-грамм. На рисунке 3.1 приведен пример съемки при наличии и отсутствии заземления прибора ГРВ и персонального компьютера. Очевидна разница в разбросе значений площади ГРВ-грамм внутри серии.

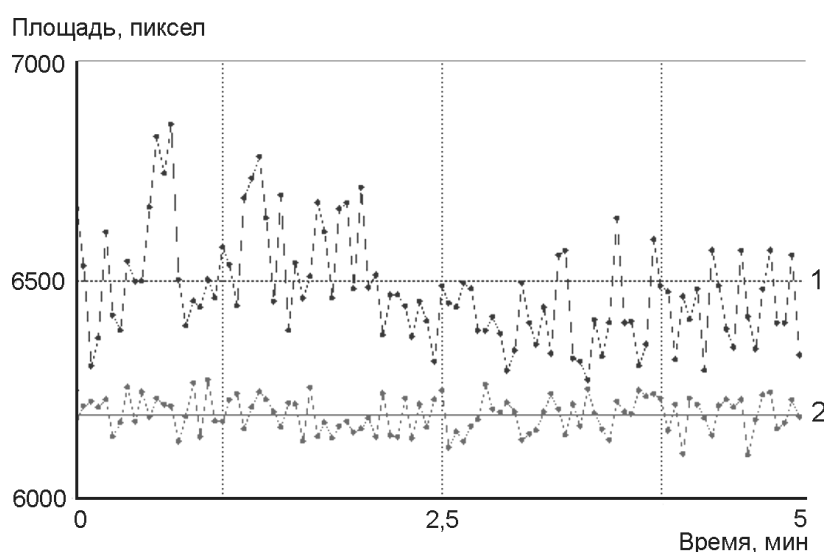


Рис. 3.1. Влияние заземления на разброс значений площади ГРВ-грамм: 1 - съемка без заземления; 2 - съемка с заземлением

Заземление прибора может помочь избежать влияния других электрических приборов, подключенных в одну сеть с прибором ГРВ и компьютером. От этого влияния можно избавиться альтернативным способом: подключить прибор ГРВ к автономному источнику питания с выходным напряжением 12В, например, автомобильному аккумулятору, а в качестве компьютера использовать ноутбук, работающий от собственного аккумулятора.

Недостаточная вентиляция

При использовании стандартной для ГРВ приборов крышки, закрывающей электрод, не происходит необходимой вентиляции воздушного промежутка между крышкой и электродом, в результате чего происходит накопление озона при съемке длительных серий. Накопление озона в значительной степени влияет на получаемые ГРВ-граммы и их параметры.

На рис. 3.2 приведены результаты сравнения измерений с вентиляцией и без нее. Вентиляция осуществлялась при помощи вентилятора, стоящего рядом с прибором ГРВ. На графике отображены средние значения площади ГРВ-

грамм в сериях, разделенных на 4 группы. Каждая группа состоит из четырех последовательных серий измерений с различными значениями емкостей подключенных конденсаторов по возрастанию: 14пФ, 23пФ, 53пФ и 75пФ. Группы 1А и 2А сделаны последовательно без вентиляции, а группы 1Б и 2Б - с вентиляцией. Как видно из представленных результатов, вентиляция оказывает существенное влияние на площадь ГРВ-грамм. Видно, что в группе Б воспроизводимость данных при последовательных измерениях существенно выше, чем в группе А. Это объясняется тем, что в отсутствии вентиляции в промежутке между крышкой и прозрачной пластиной накапливается озон, что значительно снижает площадь разряда.

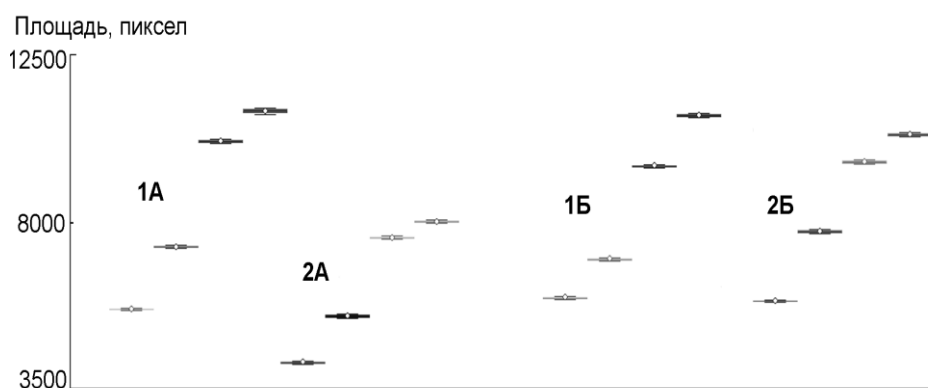


Рис. 3.2. Влияние вентиляции воздушного промежутка между сериями съемок на площадь ГРВ-грамм.

1А, 2А - последовательные серии без вентиляции; 1Б, 2Б - последовательные серии с вентиляцией

Разогрев прибора

Прибору ГРВ требуется некоторое время для выхода на режим работы, при котором параметры ГРВ-грамм наиболее стабильны. *Для исследованного нами образца прибора «ГРВ Компакт» стабильному уровню работы соответствует разброс значений средней интенсивности, не превышающий 1,5% от среднего значения в серии, а по площади - 3%.* Явление «разогрева» прибора заключается в постепенном, плавном увеличении значения средней интенсивности и уменьшении площади газового разряда после включения (рис. 3.3).

Для выхода на стабильный режим по средней интенсивности ГРВ-грамм необходимо произвести разогрев один раз после включения прибора.

Однако, поскольку между сериями измерений во время проведения эксперимента зачастую прибор простаивает, то он успевает остыть. По этой причине в начале каждой серии измерений возникает небольшой спад площади свечения на протяжении первых 20-40 разрядов. Если время простоя прибора ГРВ превышает час, то лучше повторно произвести разогревочную серию длительностью 200-300 кадров.

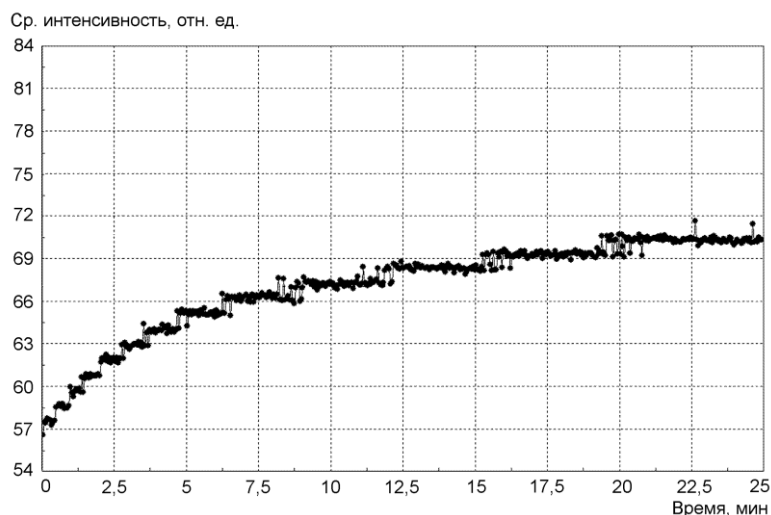


Рис. 3.3. Явление «разогрева» прибора ГРВ

Выключение прибора не влияет на значения параметров ГРВ-грамм, то есть если выключить прибор и сразу его включить никаких изменений не произойдет. Это объясняется тем, что процедура включения/выключения не влияет на степень разогрева прибора.

Смещение тест-объекта

Одним из дестабилизирующих факторов является изменение положения тест-объекта на стеклянном электроде. Перемещение или переустановка тест-объекта приводит к изменению площади его соприкосновения с электродом. Это выражается в изменении площади свечения или появлении засветки внутри круга, описывающего тест-объект на ГРВ-грамме. Данная засветка появляется из-за неплотного прилегания в некоторых местах поверхности тест-объекта к поверхности стеклянного электрода прибора. Эти явления значительно увеличивают разброс значений параметров ГРВ-грамм внутри серий и между сериями, что снижает стабильность получаемых результатов и не позволяет произвести нормальную статистическую обработку результатов.

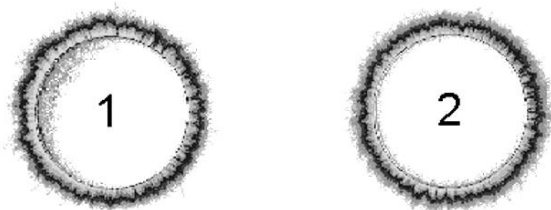


Рис. 3.4. Свечение тест-объекта.

Засветка тест-объекта при его неровной установке на стеклянный электрод (1);
правильная постановка тест-объекта (2)

В компании ООО «Биотехпрогресс» разработан и выпускается серийно, специальный держатель для тест-объекта, который во многом позволяет решить эту проблему.

Изменение условий окружающей среды

Условия окружающей среды, например, влажность воздуха, температура, электромагнитный фон, оказывают влияние на развитие газового разряда. Состав воздуха в экспериментальной лаборатории влияет на газовый разряд, поскольку он развивается в окружающем воздухе.

Например, включение какого-либо электрического прибора в помещении, в котором производятся измерения на приборе ГРВ, может привести к изменению электромагнитного фона, что, в свою очередь, скажется на получаемых ГРВ-граммах.

Установить влияние каждого из параметров окружающей среды на параметры ГРВ-грамм представляется очень сложным и практически невозможным, поскольку для этого их надо брать по отдельности. Поэтому мы дадим определение одинаковым условиям от противного.

Одинаковыми условиями проведения измерений на приборах ГРВ считаются такие, при которых средние значения параметров ГРВ-грамм серий лежат в пределах $\pm 2\%$ по площади и $\pm 1,5\%$ по средней интенсивности. Эти пороговые значения универсальны для проведения любых измерений на ГРВ приборах в закрытом помещении, однако, эти рамки могут расширяться при проведении измерений на открытом воздухе.

Интервал между разрядами

На приборах «ГРВ Компакт» и «ГРВ Камера» минимально возможный интервал между двумя последовательными разрядами в серии составляет 3 секунды. Этот порог задан программным путем, и изменить его нельзя, поскольку он обусловлен электрическими процессами, происходящими в приборе ГРВ (например, перезарядка конденсатора).

Эксперименты показали, что при временном интервале 3 секунды между разрядами разброс значений параметров площади и средней интенсивности больше, чем при интервале, равном 5 секундам. Дальнейшее увеличение интервала между разрядами не приводит к увеличению стабильности получаемых результатов и уменьшению разброса внутри серии.

Протирка электрода

Если между сериями измерений стеклянный электрод прибора ГРВ протереть тканью, то значения параметров ГРВ-грамм в следующей серии изменятся (рис. 3.5). Это происходит по причине изменения заряда, накопившегося на электроде.

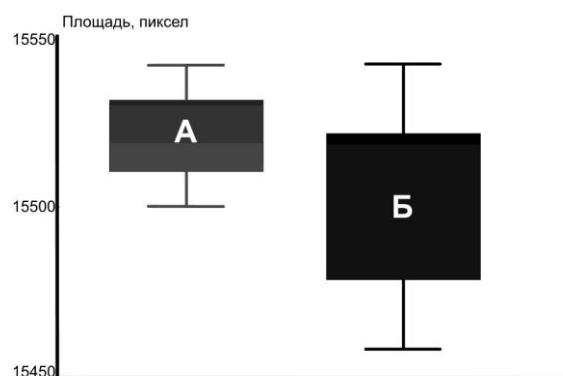


Рис. 3.5. Влияние протирки электрода сухой тканью на значения площади ГРВ-грамм в сериях: А – серия до протирки; Б – серия после протирки

На рисунке 3.5 видно, что кроме изменения среднего значения площади ГРВ-грамм произошло сильное увеличение разброса значений внутри серии. Это выразилось в двукратном увеличении среднеквадратического отклонения (изменение высоты прямоугольников) и доверительного интервала (ушки, расположенные сверху и снизу от прямоугольника). То же самое происходит и с параметром средней интенсивности.

Засветка изображения

Во время измерений в хорошо освещенных помещениях или на открытом воздухе может происходить засветка получаемого изображения из-за проникновения света в щели между защитной крышкой электрода, держателем тест-объекта или шприца. Подобная засветка будет влиять на параметры ГРВ-грамм и вносить дополнительную погрешность в измерения.

3.2. Общие рекомендации

Исходя из перечисленных дестабилизирующих факторов, были сформулированы общие рекомендации проведения прецизионных (высокоточных) измерений на приборах ГРВ:

1. Обеспечить заземление прибора ГРВ и компьютера и/или подключить прибор ГРВ к автономному источнику питания.
2. Во время проведения длительных непрерывных измерений (десяtkи минут и более) необходимо обеспечивать постоянное вентилирование, например, при помощи установленного рядом с прибором ГРВ (не ближе 0,2 метра) вентилятора.
3. Перед началом измерений необходимо производить «разогревочную» серию длительностью 600 разрядов с интервалом 3 секунды при замыкании тест-объекта на «землю» прибора.
4. Измерения следует проводить при временном промежутке между разрядами 5 секунд и более.

5. Временной интервал между последовательными сериями не должен превышать 3-5 минут, так как ГРВ прибор постепенно остывает.
6. Тест-объект следует аккуратно устанавливать перед началом эксперимента и не передвигать, пока эксперимент не будет закончен и все нужные серии сняты.
7. Необходимо следить за чистотой поверхности стеклянного электрода и протирать его перед началом измерений (но не во время исследований).
8. Во избежание засветки следует затемнять камеру различными способами и плотно устанавливать защитную крышку электрода и держатель тест-объекта или шприца.
9. Необходимо следить за соблюдением следующих условий окружающей среды:
 - перепады влажности воздуха не должны превышать 5 %;
 - перепады температуры воздуха не должны превышать 5°C;
 - не включать/выключать электрические приборы во время проведения экспериментов в комнате, в которой стоит ГРВ прибор;
 - не разговаривать по сотовому телефону вблизи ГРВ прибора;
 - количество людей находящихся рядом с прибором должно быть постоянным;
 - избегать резких перепадов атмосферного давления;
 - следить за изменением геомагнитного фона (заход/восход Солнца и Луны и пр.).
10. Длительность каждой серии измерений должна быть не менее 140 ГРВ-грамм (в случае измерений с платиновым электродом или антенной). Максимальную длительность серии для измерений жидкостей следует подбирать индивидуально.
11. При обработке результатов исключать первые 40 снимков из расчета, как для измерений с платиновым электродом и металлической антенной, так и при измерениях со шприцем.
12. Калибровку необходимо выполнять в следующих случаях:
 - перед началом эксплуатации нового прибора ГРВ;
 - при подключении прибора ГРВ к компьютеру, на котором ранее калибровка не проводилась;
 - при переносе прибора ГРВ в другое помещение или из помещения на открытый воздух и обратно;
 - при изменении температуры более чем на 5°C или влажности более чем на 5% в помещении, где проводится съемка;
 - при появлении внешнего источника электромагнитного излучения вблизи прибора ГРВ и, наоборот, при переносе прибора в зону с обычным или низким уровнем электромагнитных помех;
 - один раз в 6 месяцев во всех остальных случаях.

4. Исследование объектов окружающей среды

4.1. Измерения с использованием платинового электрода

В комплект поставки приставки «ГРВ Пятый элемент» входят электроды с иглами из нержавеющей стали. При помещении этих игл в воду они начинают понемногу окисляться, что сказывается на разбросе параметров ГРВ-грамм в сериях.

Платиновый электрод (рис. 4.1) используется для измерений жидкостей. Медная проволока закрыта слоем стекла, а платиновый кончик, находящийся снаружи, взаимодействует с измеряемым веществом. Поскольку платина не окисляется, то получаемые результаты будут более стабильными. ***Поэтому рекомендуется использовать именно платиновый электрод при исследовании жидкофазных объектов окружающей среды.***

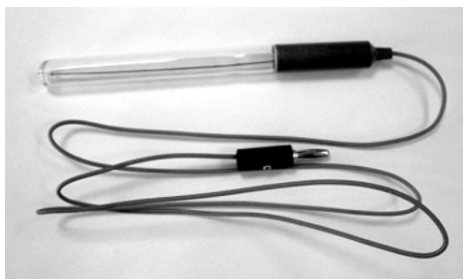


Рис. 4.1. Платиновый электрод для измерений жидкостей

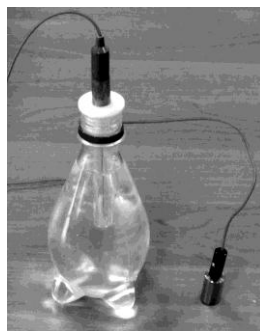
Далее приведена последовательность действий при проведении измерений на приборе ГРВ с платиновым электродом.

1. Выберите сосуд, в котором будет находиться исследуемая жидкость. При этом следует учесть, что платиновый электрод должен помещаться в горлышке данного сосуда или же каким-либо образом крепиться к нему, чтобы во время измерений он был зафиксирован и не изменял своего расположения относительно стенок сосуда.

2. Наполните сосуд жидкостью до такого уровня, чтобы кончик платинового электрода был погружен в нее полностью (рис. 4.2а).



а



б

Рис. 4.2. Установка платинового электрода в сосуд и его подключение к тест-объекту

3. Подсоедините платиновый электрод к тест-объекту (рис. 4.2б).
4. Установите специальную крышку, поставляемую в комплекте «ГРВ Минилаборатория», или стандартную крышку на прибор ГРВ (рис. 4.3а).
5. Установите на крышку держатель для тест-объекта и плотно его прижмите, чтобы он встал ровно (рис. 4.3б).



а



б

Рис. 4.3. Установка крышки и держателя тест-объекта на прибор ГРВ

6. Аккуратно установите подключенный к электроду тест-объект на стеклянный электрод прибора ГРВ, опустив его в отверстие держателя (рис. 4.4). Избегайте небрежной установки тест-объекта, так как это может привести к неровной установке, а, следовательно, и к засветке тест-объекта, или к повреждению (царапинам) поверхности стеклянного электрода прибора ГРВ.

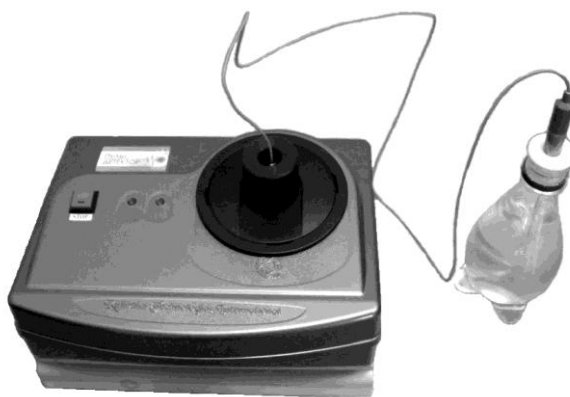


Рис. 4.4. Установка для измерений с помощью платинового электрода

7. Проверьте заземление прибора ГРВ.

Альтернативным вариантом подключения платинового электрода является соединение штекера на конце провода от платинового электрода с каким-либо разъемом приставки «ГРВ Пятый элемент», которая, в свою очередь, подключается к тест-объекту, установленному на стеклянный электрод прибора ГРВ.

Также можно использовать новый держатель, который плотно прижимает тест-объект к стеклянному электроду прибора ГРВ.

Примечания

Перед началом измерений следует удостовериться в соблюдении общих рекомендаций.

При переустановке платинового электрода между сериями в сосуде с жидкостью может произойти смещение кончика электрода относительно стенок сосуда, что может повлиять на получаемые результаты. Поэтому следует внимательно следить за одинаковой постановкой электрода в сосуд.

4.2. Измерения с использованием металлической антенны

Металлическая антенна используется для измерений воздуха и газовых сред. Антенна сделана из нержавеющей стали. Внешний вид антенны показан на рисунке 4.5. Способ подключения аналогичен подключению платинового электрода. Штекер от антенны подключается непосредственно к тест-объекту, установленному на стеклянный электрод прибора ГРВ, либо подключается к одному из разъемов приставки «ГРВ Пятый элемент», которая подключается к тест-объекту.



Измерения с металлической антенной отличаются от измерений с применением платинового электрода тем, что среда, в которой находится антенна, не так сильно окисляет, как вода. Хотя при повышенной влажности измерения с помощью металлической антенны могут быть затруднены, а разброс значений в сериях увеличится.

Металлическую антенну следует устанавливать на некотором расстоянии (не менее 0,2 метра) от прибора ГРВ и от других электрических приборов, чтобы исключить влияние электромагнитного поля.

Рис. 4.5. Металлическая антенна для исследований воздушных сред

4.3. Измерения с использованием шприца

Порядок работы на приборе ГРВ с применением различных шприцев:

1. Для того чтобы расстояние между кончиком шприца и стеклянным электродом «ГРВ Камеры» было фиксировано, выполните следующие действия:
 - Положите калибровочные пластины (11 или 12 из табл. 2.1 или две одновременно) на стеклянный электрод «ГРВ Камеры» и установите крышку, как показано на рисунке 4.6.



Рис. 4.6. Подготовка к работе с жидкостями

- В отверстие крышки «ГРВ Камеры» установите держатель для шприца (рис. 4.7).
- Выбрав наиболее подходящий для исследования шприц, вставьте его в держатель (рис. 4.8 или 4.10).
- Ослабьте винт на корпусе держателя при помощи отвертки, и вращая верхнюю часть держателя, добейтесь, чтобы его поверхности касались плеча шприца, как показано на рисунке 4.8 (в случае, если вы работаете со шприцом с глубоким заземлением, убедитесь, что крышка шприца касается поверхности держателя) (рис. 4.10в). Таким образом, определяется высота держателя, которая обеспечивает фиксированное расстояние между кончиком шприца и стеклянным электродом, и расстояние это будет равно толщине выбранной калибровочной пластины или их суммы;



Рис. 4.7. Держатель шприца

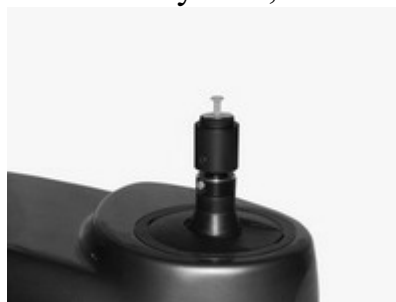


Рис. 4.8. Шприц в держателе



Рис. 4.9. Регулировка высоты при фиксации винта на корпусе держателя

- Зафиксируйте высоту верхней части держателя при помощи отвертки (рис. 4.9);

- Снимите установку, крышку «ГРВ Камеры», калибровочные пластины и протрите электрод.



Рис. 4.10. Подготовка шприца к работе

а – шприц инсулиновый, шприц со стеклянной насадкой; б, в – шприц с глубоким заземлением

2. Вынув шприц из держателя, наберите исследуемую жидкость в необходимом объеме. Рекомендуется работать с объемом, равным половине заполнения шприца (0.5 мл). Минимальное значение объема жидкости в шприце будет зависеть от физических характеристик жидкости, так как 0,5 мл дистиллированной воды могут светиться очень слабо и видео камера не сможет это свечение зарегистрировать. Следовательно, минимальный объем жидкости соответствует минимальному стабильному разряду вокруг исследуемой капли. Поэтому дистиллированной воды следует набирать больше, а, например, жидкости с высокой электрической емкостью можно набирать меньше.

Тщательно протрите кончик шприца (во время измерения канал держателя должен быть сухим).

3. Поместите шприц обратно в держатель.

4. Подсоедините единое заземление к держателю шприца и к разъему « $\perp$ » на приборе «ГРВ Камера» (рис. 4.12). Если вы пользуетесь шприцем с глубоким заземлением, то единое заземление подсоединяется не к держателю, а непосредственно к клемме шприца (рис. 4.11, 4.10б, 4.10в).



Рис. 4.11. Подключение «единого заземления» к «шприцу с глубоким заземлением»



Рис. 4.12. Подключение «единого заземления» к держателю и прибору

5. Далее ваши действия зависят от того, какой шприц вы используете:

- для шприца с глубоким заземлением: плавно нажимая на поршень, вывесите каплю жидкости (размер капли зависит от свойств жидкости);
- для шприца со стеклянной насадкой: с помощью дозатора нанесите необходимый объем исследуемой жидкости на поверхность стеклянной насадки (в зависимости от свойств жидкости); если количество экспериментального материала ограничено, то вместо исследуемой в шприц можно набрать близкую по электропроводности и плотности жидкость (например, для гепаринизированной крови – это физиологический раствор (0,9% NaCl));
- для инсулинового шприца: плавно нажимая на поршень, вывесите каплю жидкости (размер капли зависит от свойств жидкости).

6. На стеклянный электрод «ГРВ Камеры» установите крышку «ГРВ Камеры», в отверстие которой поставьте держатель со шприцом (рис. 4.10б, 4.10в).

7. Наденьте светозащитный колпак (рис. 4.10а) и сделайте контрольную съемку жидкости.

Примечания

Общие рекомендации следует также соблюдать и для измерений со шприцем. Однако в этом случае имеется несколько дополнений и особенностей.

При измерениях со шприцем следует учитывать дополнительные рекомендации:

1. Расстояние между подвешенной каплей и стеклянной поверхностью электрода прибора ГРВ должно быть фиксированным.
2. Объем жидкости в вывешенной капле и ее центровка должны быть для всех сравниваемых серий постоянны.
3. Съемку рекомендуется проводить на минимальном режиме, достаточном для получения устойчивого сигнала.
4. Внимательно следите за тем, чтобы жидкость не попадала внутрь канала держателя шприца:
 - при установке шприца в держатель следите, чтобы шприц был сухой;
 - перед тем, как вынуть шприц из держателя, втяните каплю жидкости поршнем, а затем протрите поверхность шприца.

5. Если контрольная съемка при выбранных параметрах многократно не воспроизводится, измените условия съемки (расстояние между электродом прибора и вывешенной каплей, объем вывешенной капли, подаваемое на электрод прибора ГРВ напряжение).

Специфические для измерений со шприцом дестабилизирующие факторы:

1. Наличие воздуха в шприце.
2. Испарение жидкости во время измерений.
3. Большая погрешность вывешивания капли одинаковых размеров.

Следствия из этих дестабилизирующих факторов следующие:

1. На параметры свечения жидкостей влияет наличие воздуха в шприце и воздушных пузырьков на стенках шприца. Следует тщательно за этим следить при наборе новой порции исследуемой жидкости в шприц и производить повторный набор жидкости, если в шприце обнаружен воздух.
2. Из-за испарения жидкости из капли во время проведения измерений, а, следовательно, изменения радиуса кривизны вывешенной капли, и конденсации пара на внутренней поверхности держателя шприца, крышке, закрывающей электрод, и самом кончике шприца, не следует производить длительные серии (например, более 140 кадров для фильтрованной водопроводной воды). ***Для каждой жидкости следует выбирать максимальную длительность, основываясь на том, что внутри серии среднеквадратическое отклонение значений параметров ГРВ-грамм не должно превышать рассчитанных пределов: 5% по площади и 2% по средней интенсивности.***
3. При расчете максимальной длительности серии следует исходить из того факта, что спад площади свечения в каждой серии для какой-либо отдельной жидкости может происходить в течение определенного количества снимков ГРВ камеры. Соответственно, необходимо снять как минимум 10 серий с определенной жидкостью и, рассчитав эти серии в программе «GDV Scientific Laboratory», выявить характерную длительность спада по площади внутри каждой серии для данной жидкости.
4. Из-за испарения следует после каждой серии ГРВ-грамм тщательно протирать мягкой целлюлозно-бумажной материей нижнюю поверхность держателя шприца, крышки, закрывающей электрод, и кончика шприца (чтобы не происходило накопления статического заряда на протираемой пластиковой поверхности).
5. Из-за того, что каждый раз вывешивать каплю приходится человеку, к погрешностям измерения прибора добавляется погрешность оператора, обусловленная разбросом радиусов кривизны вывешиваемой капли в наборе серий ГРВ-грамм. Радиус кривизны капли вплотную связан с площадью свечения. Следует очень внимательно относиться к этому моменту, так как чаще всего погрешность оператора значительно превышает погрешность самого прибора. Для того чтобы легче выявлять ста-

статистически достоверное различие ГРВ параметров между двумя группами серий ГРВ-грамм, необходимо увеличить минимальное количество серий в одной группе измерений (более 4 серий).

4.4. Измерения другими способами

Установка с лункой

Порядок работы для электрода с подвижной длинной иглой.

1. Проведите калибровку расстояния между уровнем жидкости в лунке и электродом, для этого:

- установите на стеклянный электрод «ГРВ Камеры» калибровочную пластину и крышку (рис. 4.13);

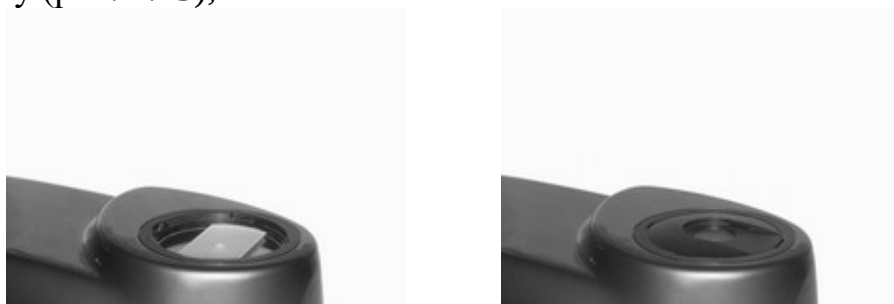


Рис. 4.13. Подготовка к работе для измерений жидкости в лунке

- вставьте в крышку электрод;
- определите расстояние, вращая диск электрода (рис. 4.16) до тех пор, пока поверхность держателя не будет соприкасаться с поверхностью крышки «ГРВ Камеры»;

- снимите калибровочные пластины со стеклянного электрода.

2. Установите на стеклянный электрод «ГРВ Камеры» стекло с лункой.

3. При помощи шприца или дозатора поместите исследуемую жидкость в лунку (рис. 4.14).



Рис. 4.14. Подготовка жидкости к съемке

4. Подсоедините единое заземление к электроду и к разъему « $\perp$ » на приборе (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Подключение «единого заземления»

5. Установите крышку «ГРВ Камеры», в отверстие которой вставьте электрод (рис. 4.16), для которого проводилась калибровка расстояния.



Рис. 4.16. Установка электрода

6. Проведите контрольную съемку.

Примечания

- Объем исследуемой жидкости и глубина погружения электрода должны быть постоянны для всей серии сравнения.
- Рекомендуется проводить съемку на 1-ом и 2-ом режимах для прибора «ГРВ Камера».

Порядок работы для электрода с короткой иглой фиксированной длины:

Выполняем все рекомендованное выше, с п.п.2 по п.п.6. Калибровка расстояния между уровнем жидкости в лунке и электродом не проводится.

Установка со стеклянным стаканчиком

Рекомендуется для исследования порошков, почв, продуктов, но может применяться и для исследования различных жидкостей.

Установка состоит из фиксатора для стеклянных стаканчиков и самого стеклянного стаканчика, в который помещается исследуемая жидкость или порошок.

Порядок работы:

1. Соедините диэлектрическую часть фиксатора для стеклянных стаканчиков с его металлической частью (рис. 4.17).



Рис. 4.17. Соединение диэлектрических частей фиксатора для стеклянного стаканчика

2. Установите на стеклянный электрод «ГРВ Камеры» крышку, в отверстие крышки вставьте фиксатор (металлической частью вниз) (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Установка фиксатора для стеклянных стаканчиков

3. Исследуемой жидкостью или порошком полностью заполните стеклянный стаканчик, который поместите в фиксатор (рис. 4.19).



Рис. 4.19. Установка стеклянного стаканчика в фиксатор

4. Погрузите электрод в стаканчик (рис. 4.20).



Рис. 4.20. Установка электрода в стаканчик

5. Отрегулируйте высоту иглы, вращая диск электрода (рис. 4.21).

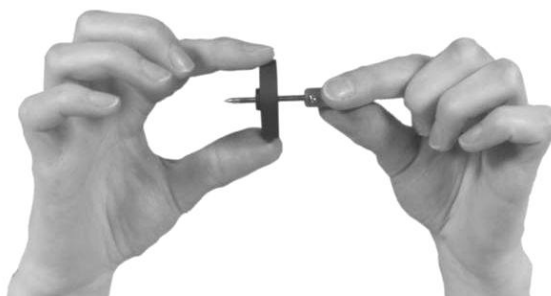


Рис. 4.21. Регулировка высоты иглы

6. Подсоедините единое заземление к электроду и к разъему « $\perp$ » на приборе (рис. 4.15).

7. Эмпирически подберите глубину погружения иглы электрода, делая контрольные съемки (изображение должно быть воспроизводимым и четким). Обычно для порошков глубина погружения составляет $\frac{1}{2}$ объема стаканчика, для водных растворов – легкое касание поверхности жидкости, а для летучих растворов (эфирные масла) – электрод должен нависать над поверхностью жидкости на высоте 1-2 мм.

Примечания

1. Объем жидкости или порошка и глубина погружения электрода должны быть постоянны для всей серии сравнения.

2. Рекомендуется проводить съемку на 2-ом и 3-ем режимах.

3. **Внимание!!!** Будьте осторожны при обращении со стеклянными стаканчиками, так как их дно очень хрупкое.

Установка для исследования больших объектов

Применяется для исследования твердых объектов, имеющих линейные размеры больше размеров подкрышечного пространства (зерновые культуры, растения, минералы, камни, пищевые продукты и т.д.).

Порядок работы:

1. Возьмите установку (№ 5 в таблице 2.1) и разверните ее ножки под углом 90° друг к другу.

2. Поместите исследуемый объект на стеклянный электрод «ГРВ Камеры».

3. Выбрав в программе «GDV Capture» опцию «прицел», проведите центровку объекта.

4. Зафиксируйте установку на приборе, так чтобы ее контактный электрод плотно касался поверхности исследуемого объекта (рис. 4.22).

5. Подсоедините единое заземление к контактному электроду установки и к разъему « $\perp$ » «ГРВ Камеры» аналогично, как показано на рисунке 4.16.

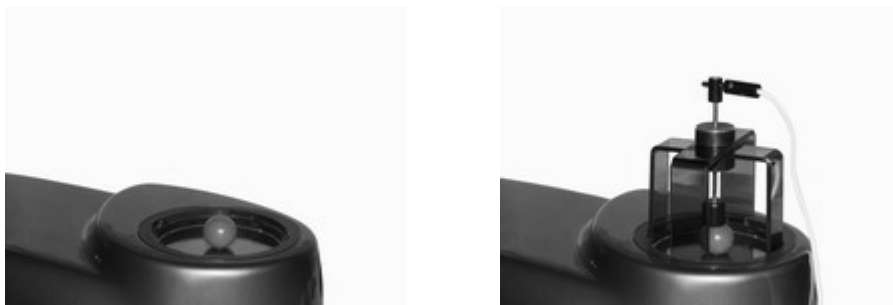


Рис. 4.22. Съемка больших объектов

6. Накройте установку затемняющим колпаком (рис. 4.23).



Рис. 4.23. Установка с затемняющим колпаком

Примечания

1. Будьте осторожны при опускании контактного электрода во избежание повреждения стеклянной поверхности электрода «ГРВ Камеры».
2. Рекомендуется проводить съемку на 2-4 режимах.

Установка для исследования плоских объектов

Применяется для исследования твердых объектов, имеющих плоскую форму, мелкого зернового материала.

Порядок работы:

1. Поместите объект исследования на поверхность электрода «ГРВ Камеры».
2. Положите заземляющую пластину на объект темной окрашенной стороной вниз (рис. 4.24).

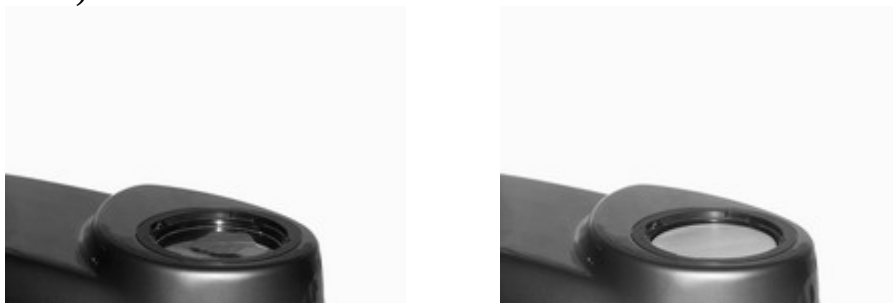


Рис. 4.24. Подготовка к работе с плоскими объектами

3. Установите крышку «ГРВ Камеры» и заземлите пластину с помощью электрода или тест-объекта (рис. 4.25).



Рис. 4.25. Работа с плоскими объектами

Примечания

1. Рекомендуется проводить съемку на 2-4 режимах.
2. Для заземления плоского объекта можно использовать тест-объект без пластины.

Установка для исследования небольших объектов

Применяется для исследования твердых объектов, имеющих линейные размеры меньше размеров пространства под крышкой прибора ГРВ (зерновые культуры, растения, минералы, камни, пищевые продукты небольшого размера и т.д.).

Порядок работы:

1. Установите объект исследования на стеклянную поверхность электрода «ГРВ Камеры» и закройте его крышкой.
2. В зависимости от высоты объекта отрегулируйте высоту плоского держателя электрода (рис. 4.26).

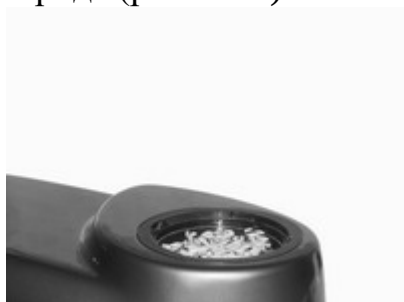


Рис. 4.26. Работа с мелкими объектами

3. Подсоедините единое заземление к электроду и к разъему « $\perp$ » прибора (рис. 4.15).
4. Проведите контрольную съемку.

Примечание

Электрод должен плотно прилегать к исследуемому объекту.

5. Стандартная процедура измерений

В каждом конкретном эксперименте необходимо тщательно продумывать процедуру проведения измерений. Необходимо соблюдать общие рекомендации (раздел 3.2). Любой эксперимент по исследованию определенного воздействия можно разбить на три этапа: 1 – до воздействия (фон), 2 – воздействие, 3 – после воздействия.

Эксперимент должен в итоге отвечать следующим параметрам:

- любой эксперимент необходимо повторять при одинаковых условиях как минимум четыре раза (минимальное количество экспериментов обусловлено статистическим критерием, который используется для определения статистического различия между двумя выборками серий);
- из полученных серий будут выделяться две группы: 1-ая, состоящая из всех серий первого этапа, и 2-ая, состоящая из всех серий второго или третьего этапа.

5.1. Стандартная последовательность действий

Для проведения полноценного исследования влияния какого-либо фактора или самой процедуры измерений необходимо выполнить стандартные действия в следующей последовательности:

1. Повторить эксперимент как минимум 4 раза.
2. Проверить каждую серию на разброс значений площади и средней интенсивности ГРВ-грамм, чтобы удостовериться в том, что условия проведения измерений оставались стабильными в течение каждой из серий. Вычислить разброс значений площади, энтропии и средней интенсивности ГРВ-грамм, воспользовавшись формулой:

$$\Delta_{\text{вн}} = \frac{\sigma}{\bar{A}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $\Delta_{\text{вн}}$ – разброс значений параметра ГРВ-грамм внутри серии, %; σ – среднеквадратическое отклонение (СКО); $\bar{A}$ – среднее значение параметра ГРВ-граммы в серии. Значения σ и $\bar{A}$ можно рассчитать в программе «GDV Scientific Laboratory». *Например, для исследований с использованием платинового электрода или металлической антенны рассчитанные значения не должны превышать следующих пороговых значений: 3% для площади и 1,5% для средней интенсивности, а для исследований со шприцем: 5% по площади и 2% по средней интенсивности (для измерений питьевой воды). Если рассчитанные значения для какой-либо серии превышают порог, такую серию следует переснять.*

3. Проверить являются ли условия проведения экспериментов одинаковыми для каждой из двух полученных групп в отдельности. Вычислить среднее

значение средних значений параметров ГРВ-грамм внутри каждой группы по формуле:

$$\overline{A}_{\text{меж}} = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{A}_i}{n}, \quad (2)$$

где $\overline{A}_{\text{меж}}$ – среднее средних значений параметра группы, $\overline{A}_i$ – среднее значение параметра i -той серии, n – количество серий в группе. **Если среднее значение $\overline{A}_i$ какой-либо серии отличается на $\pm 2,5\%$ по площади и $\pm 1,5\%$ по средней интенсивности от $\overline{A}_{\text{меж}}$, то эту серию следует переснять.**

4. При помощи статистического непараметрического метода Манна-Уитни выявить имеют ли группы сравниваемых серий статистически достоверное различие.

5. Если различие есть, необходимо рассчитать для каждого эксперимента по отдельности разницу значений параметров ГРВ-грамм (площади и средней интенсивности) и найти среднее значение этой разницы. Это значение и будет обозначать оказываемое влияние на исследуемый объект.

5.2. Обработка данных

Для проведения расчетов параметров ГРВ-грамм внутри серий используется программное обеспечение «GDV Scientific Laboratory».

В этом программном обеспечении рассчитываются средние значения параметров внутри серий, их среднеквадратические отклонения и доверительные интервалы, максимальные и минимальные значения и т.д. Некоторые из рассчитываемых значений используются в стандартной процедуре для проверки стабильности получаемых значений в одинаковых условиях и для выделения серий, у которых среднеквадратическое отклонение (разброс) значений превышает указанные в данной стандартной процедуре значения.

Инструкции по работе в программном обеспечении «GDV Scientific Laboratory» распространяются вместе с самим программным обеспечением. Можно открыть вкладку «Помощь» в «GDV Scientific Laboratory» и ознакомиться с правилами обработки серий ГРВ-грамм.

Однако вычисления по формулам (1,2) требуется проводить самостоятельно с использованием стандартных вычислительных средств.

При исследовании объектов окружающей среды следует принимать во внимание и рассчитывать только три параметра ГРВ-грамм: площадь, среднюю интенсивность и энтропию. Все остальные параметры при подобных исследованиях не являются информативными.

Необходимо остановиться на одном моменте обработки данных. При съемке ГРВ – грамм тест-объекта зачастую наблюдается паразитная засветка, которая приводит к искажению данных при вычислении параметров (рис. 5.1).

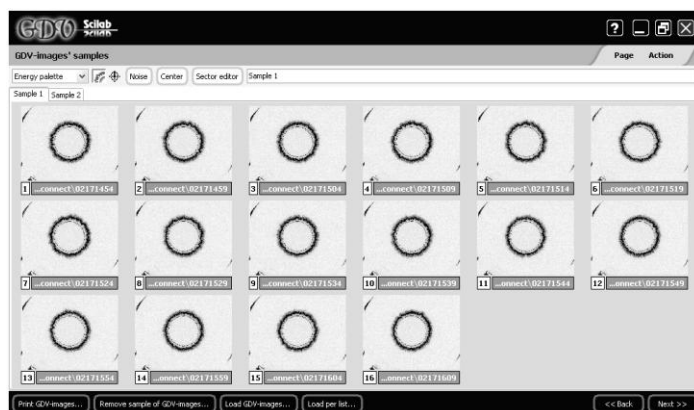


Рис. 5.1. Экран программы «GDV Scientific Laboratory»

Для устранения этого влияния необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на нижнем краю любой ГРВ-граммы и выбрать пункт «Показать». Откроется окно данной ГРВ-граммы (рис.5.2).

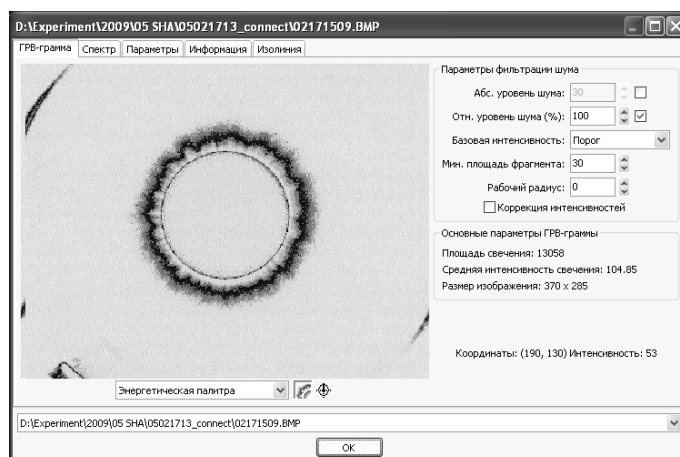


Рис. 5.2. Окно «Свойства»

Двигая курсор, необходимо определить примерные координаты центра ГРВ граммы (в данном случае 190, 130). На основном экране надо выбрать пункт «Центр» и выставить координаты (рис.5.3).

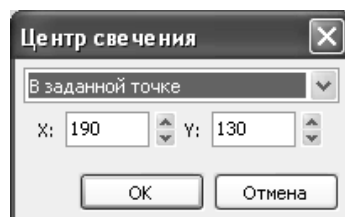


Рис. 5.3. Центр свечения

Выбрать меню «Шум» и установить рабочий радиус порядка 120 или более (подбирается эмпирически) – рис. 5.4. Обработка изображения будет проводиться только внутри выбранного круга, что снижает влияние помех (рис. 5.5).

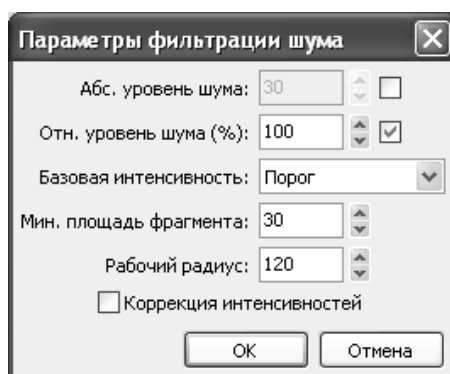


Рис. 5.4. Параметры шума

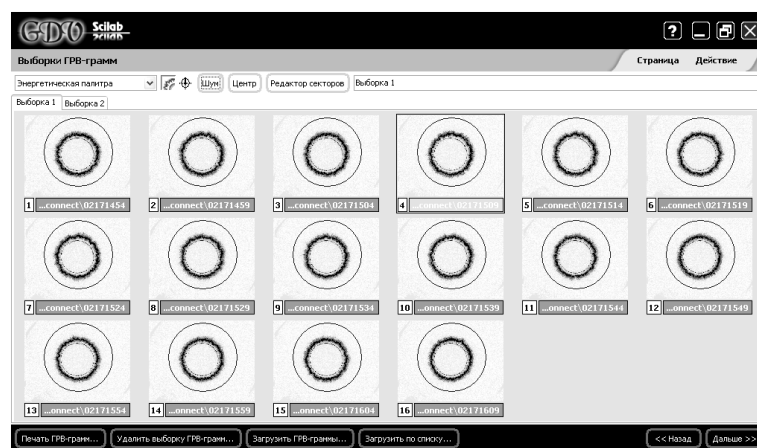


Рис. 5.5. Обработка изображений внутри выбранного круга

5.3. Проверка влияния процедуры измерений

При проведении различных исследований следует учитывать, что сама процедура измерений, то есть выполняемые исследователем действия, может оказывать влияние на получаемые результаты. ***Перед началом непосредственного исследования воздействия следует проверить саму процедуру измерений. Для чего надо выполнить шаги стандартной последовательности действий, исключив второй этап эксперимента, то есть само воздействие, и выяснить, вносит ли процедура измерений статистически значимое различие между сериями.***

Данный пункт является очень важным для проведения качественных и научно обоснованных исследований, поскольку в некоторых случаях влияние самой процедуры измерений оказывается больше и значимее, нежели исследуемое воздействие. Следовательно, в таких случаях отличить исследуемое влия-

ние от влияния процедуры становится значительно сложнее, так как погрешности измерений возрастают.

Кроме того, следует иметь ввиду, что некоторые воздействия оказывают непосредственное воздействие на корректную работу прибора ГРВ. Поэтому в таких случаях не стоит производить измерения на ГРВ оборудовании одновременно с оказанием исследуемого влияния.

5.4. Исследование влияния

В каждом конкретном эксперименте необходимо тщательно продумывать процедуру проведения измерений.

Некоторые виды влияний воздействуют на сам прибор и на параметры ГРВ-грамм, следовательно, производить измерения на приборе ГРВ во время подобных воздействий не следует. Рекомендуется для проверки подобных влияний производить вначале контрольные измерения, затем осуществлять нужное воздействие на объект исследования, а потом проводить конечные измерения.

Значения, полученные в конечных сериях измерений, будут сравниваться со значениями из контрольных серий.

В случае исследования влияния, которое не воздействует на сам прибор ГРВ (на его работу), можно производить измерения и непосредственно во время оказываемого влияния.

Например, электромагнитное поле воздействует на работу прибора ГРВ, а не только на исследуемый образец. Следовательно, отличить одно влияние от другого становится невозможным.

5.5. Сравнение двух выборок методом Манна-Уитни

Для доказательства статистически достоверного различия между двумя выборками можно использовать критерий Манна-Уитни. Минимальное количество значений в каждой выборке равно 4. Применительно к ГРВ исследованиям это означает, что после окончания экспериментов должно получиться две выборки значений параметров ГРВ-грамм как минимум по 4 серии в каждой. Статистически достоверное различие следует устанавливать по каждому из параметров в отдельности.

Для большей ясности приведем процесс вычислений на одном примере. Возьмем две выборки значений площади ГРВ-грамм по четыре в каждой. В ходе эксперимента, взятого в пример, исследовалась возможность регистрации увеличения концентрации соли KCl на 0,25 г/л в фильтрованной водопроводной воде (объемом 1 литр) на приборе ГРВ.

В таблице 5.1 приведены значения площади ГРВ-грамм, полученные при обработке результатов эксперимента.

Образцы до воздействия		Образцы после воздействия	
Площадь, пиксел	Ранг	Площадь, пиксел	Ранг
6423	4	6607	8
6339	1	6498	5
6368	2	6577	7
6395	3	6513	6
T = 10		T = 26	

Таблица 5.1. Эксперимент с добавлением соли

Против каждого значения площади ГРВ-граммы указан его ранг – место в упорядоченном ряду. Рангом наименьшей величины будет 1; ранг наибольшей величины равен числу наблюдений, в нашем примере 8. Если значения совпадают, им присваивают один и тот же *средний* ранг (например, если три значения поделили 2-е, 3-е и 4-е места, то надо сложить их значения $2+3+4=9$ и разделить на их количество, то есть на три, тогда всем им присваивают ранг 3).

Если увеличение концентрации соли на 0,25 г/л увеличивает значения площади ГРВ-грамм, то ранги в группе образцов после воздействия должны быть больше, чем в группе образцов до воздействия. Мерой отличия избирается сумма рангов в любой группе и обозначается буквой Т. В нашем примере значение Т для выбранной группы образцов до воздействия равно 10.

Заметьте, что после перехода к рангам нам уже не нужно рассматривать сами исходные величины и совокупность их возможных значений. Далее следует проверить, есть ли статистически значимая разница между двумя группами. Для этого надо сравнить полученные значения Т с критическими значениями в таблице 5.2. Если Т меньше или равно первому из них либо больше или равно второму, то различия статистически значимы.

Численность каждой группы	Приблизительный уровень значимости α					
	0,05			0,01		
	Критические значения		Точное значение α	Критические значения		Точное значение α
4	11	25	0,057	10	26	0,026
5	17	38	0,032	15	40	0,008
6	26	52	0,041	23	55	0,009
7	37	68	0,053	33	72	0,011
8	49	87	0,050	44	92	0,010

Таблица 5.2. Критические значения критерия Манна-Уитни (двусторонний вариант)

В нашем случае $T=10$, значит группы статистически различимы с уровнем значимости 0,026 (с вероятностью 97,4 %).

Таким образом, можно сделать вывод, что прибор ГРВ позволяет зарегистрировать увеличение концентрации соли KCl в воде на 0,25 г/л.

5.6. Параметрические зависимости

Экспериментальную установку можно представить в виде системы связанных LC контуров (рис. 5.6) [1]. Параметры внешнего LC контура, которым является объект исследования, влияют на распределение токов в контурах, а также на характеристики газового разряда, а значит и на итоговое воздействие, оказываемое на ПЗС матрицу.

Исследуемый объект включен в цепь электрического тока в системе связанных LC-контуров, поэтому изменения емкости исследуемого объекта приводят к перераспределению токов в контурах и изменяют параметры газового разряда. Эти процессы иллюстрируются эквивалентной схемой: первичный L_1C_1 контур генератора связан с вторичным контуром, в который включено комплексное сопротивление исследуемого объекта C_0-R_0 .

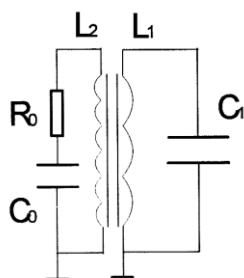


Рис. 5.6. Эквивалентная схема устройства для регистрации ГРВ-грамм

Зависимость параметров ГРВ-грамм от емкости подключенного конденсатора определялась в промежутке значений емкостей 8 – 220 пФ, так как при исследовании различных материалов и жидкостей параметры ГРВ-грамм не выходят за пределы диапазона, полученного в указанном интервале емкостей. Нижний предел, равный 8 пФ, обоснован тем фактом, что при более малых значениях емкости газовый разряд не формируется или же формируется нестабильно. Верхний же предел обоснован тем, что значения параметров ГРВ-грамм при 220 пФ практически равны значениям при подключенном тест-объекте к разъему заземления « $\perp$ » прибора ГРВ.

В результате проведенных исследований были установлены зависимости параметров ГРВ-грамм от значения электрической емкости исследуемого объекта в промежутке значений емкостей конденсаторов от 8 до 220 пФ (рис. 5.7, 5.8). Значение « ∞ » соответствует подключенному тест-объекту к разъему заземления « $\perp$ » прибора ГРВ.

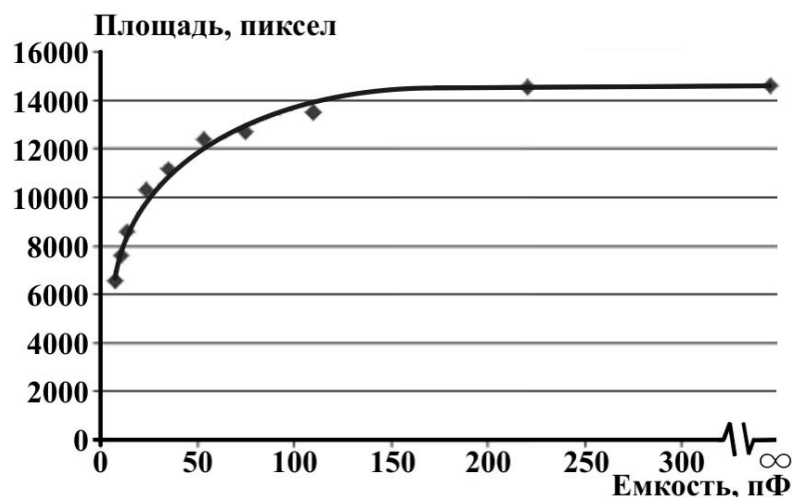


Рис. 5.7. Зависимость площади ГРВ-грамм от емкости конденсатора

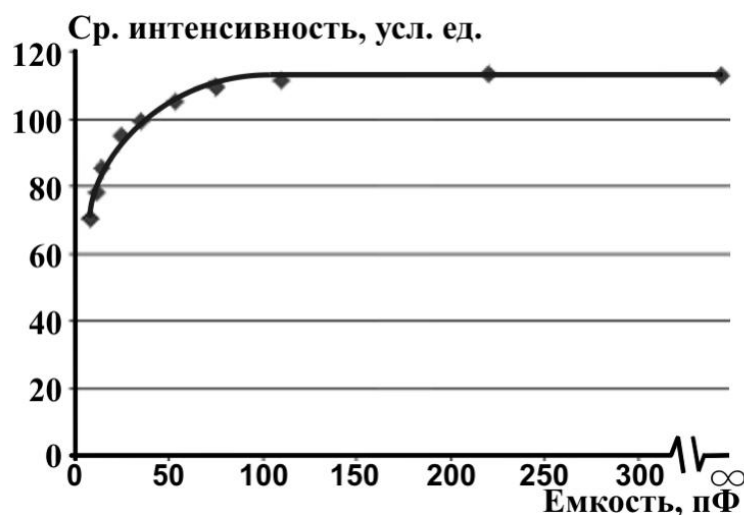


Рис. 5.8. Зависимость средней интенсивности ГРВ-грамм от емкости конденсатора

Изучив данные графики, можно сделать вывод, что прибор ГРВ обладает наибольшей чувствительностью к изменению электрической емкости исследуемого объекта при малых значениях емкости. При значении емкости более 150 пФ происходит насыщение и при дальнейшем увеличении значения параметров ГРВ-грамм не изменяются. Следовательно, для увеличения вероятности регистрации какого-либо влияния на исследуемый объект газоразрядное свечение должно быть как можно меньше.

6. Примеры использования стандартной процедуры

Эксперимент по определению зависимости параметров ГРВ-грамм от сопротивления исследуемого объекта

В данном исследовании использовался прибор «ГРВ Компакт» с аналоговой видеокамерой. Соответственно, использовался режим съемки, установленный по умолчанию для данной модификации прибора ГРВ.

Экспериментальная установка, состоящая из ГРВ прибора и персонального компьютера, была заземлена. Для измерений использовался набор высоковольтных резисторов номиналом 100 кОм.

Тест-объект был установлен на электрод прибора ГРВ. К нему подключались сопротивления в различной комбинации, чтобы подобрать нужное значение общего сопротивления нагрузки. Набор спаянных сопротивлений в свою очередь подключался к разъему заземления « $\perp$ » прибора ГРВ.

Для снижения влияния других приборов, подключенных в электрическую сеть, на показания прибора ГРВ, а, следовательно, и для уменьшения разброса внутри серий прибор ГРВ подключался к автомобильному аккумулятору (12В).

Условия проведения эксперимента:

- осуществлялось непрерывное проветривание помещения;
- температура воздуха в помещении колебалась в пределах 21-22.5°C;
- влажность воздуха в помещении колебалась в пределах 32-35%.

Перед каждым сеансом проведения измерений производился разогрев прибора: 600 кадров с интервалом 3 секунды на общем заземлении тест-объекта.

Вначале эмпирическим путем было определено максимальное значение сопротивления, при котором возникает индуцированное свечение. Затем это значение последовательно уменьшалось на 100 кОм. В итоге были произведены измерения на номиналах сопротивления: 350, 250, 150 и 50 кОм. Для увеличения количества точек, необходимых для построения графика зависимости параметров ГРВ-грамм, были произведены измерения при сопротивлении 33 и 100 кОм. Было получено 6 наборов значений ГРВ-грамм. Для каждого номинала сопротивления было произведено по 4 серии, длиной 140 кадров, что удовлетворяет требованиям стандартной процедуры.

Было произведено неоднократное отсеивание плохих серий в соответствии с пороговыми значениями разбросов для значений параметров ГРВ-грамм внутри серий и между сериями, снятыми в одинаковых условиях.

Результаты

Результаты измерений приведены на графиках, представленных ниже. На графиках (рис. 6.1 и 6.2) показаны экспериментальные значения и аппроксимирующая их кривая, которая описывается уравнением, приведенным в правом верхнем углу графика.

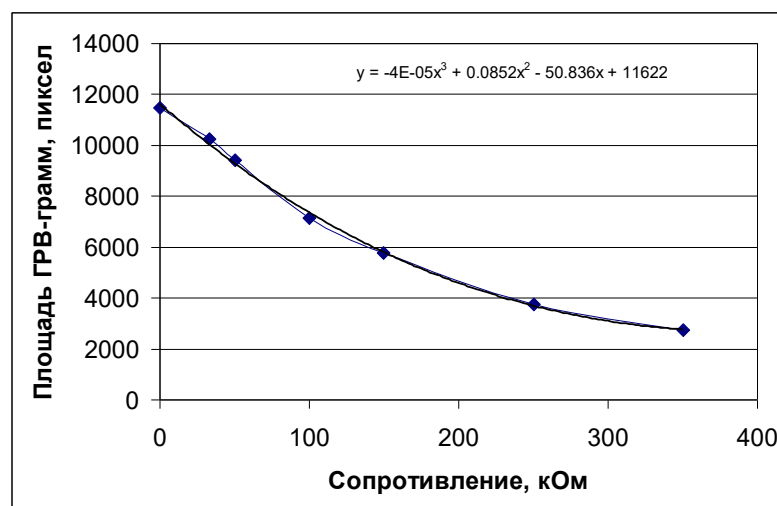


Рис. 6.1. График зависимости площади ГРВ-грамм от сопротивления нагрузки.

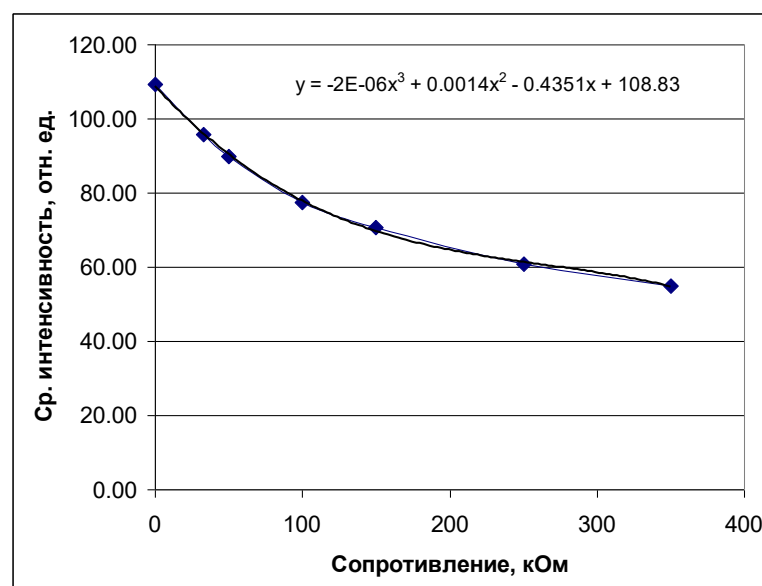


Рис. 6.2. График зависимости средней интенсивности ГРВ-грамм от сопротивления нагрузки.

Эксперимент по исследованию влияния заземления и источника питания на разброс параметров ГРВ-грамм и воспроизводимость результатов

В данном исследовании использовался прибор «ГРВ Компакт» с аналоговой видеокамерой. Соответственно, использовался режим съемки, установленный по умолчанию для данной модификации прибора ГРВ.

Экспериментальная установка, состоящая из ГРВ прибора и персонального компьютера, подключалась поочередно к двум источникам питания: аккумуляторной батарее и сети. *Также в качестве заземления использовались специально разработанные пластины, которые подключались к разъему заземления прибора ГРВ.*

Условия проведения эксперимента:

- осуществлялось непрерывное проветривание помещения;
- температура воздуха в помещении колебалась в пределах 21-23.5°C.
- влажность воздуха в помещении колебалась в пределах 30-33%.

Проводилось по 4 серии длиной 140 кадров для каждого из 4-х вариантов заземления и источника питания.

№ варианта	Заземление	Источник питания
1	Без заземления	Аккумулятор
2	Пластины	Аккумулятор
3	Без заземления	Сеть
4	Пластины	Сеть

Таблица 6.1. Варианты заземления и источника питания

Серии измерений производились попеременно для каждого из 4-х вариантов из таблицы 6.1.

Результаты

Ниже приведены результаты обработки части полученных данных в программе «GDV Scientific Laboratory».

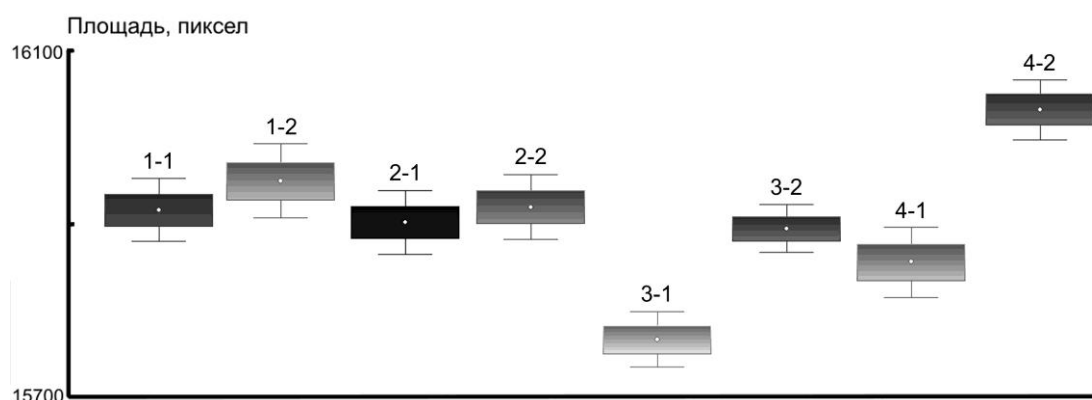


Рис. 6.3. Разброс средних значений площади ГРВ-грамм между сериями в зависимости от варианта заземления и источника питания.

1-1, 1-2 – две серии при первом варианте из таблицы 6.1; 2-1, 2-2 – при втором варианте; 3-1, 3-2 – при третьем варианте; 4-1, 4-2 – при четвертом варианте

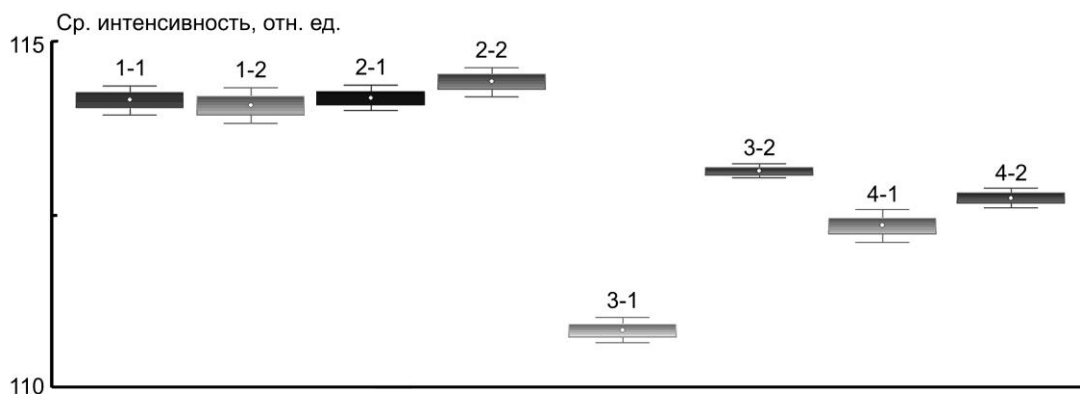


Рис. 6.3. Разброс средних значений средней интенсивности ГРВ-грамм между сериями в зависимости от варианта заземления и источника питания. 1-1, 1-2 – две серии при первом варианте из таблицы 6.1; 2-1, 2-2 – при втором варианте; 3-1, 3-2 – при третьем варианте; 4-1, 4-2 – при четвертом варианте

Исходя из полученных данных, можно заключить следующее:

1. Заземляющие пластины оказывают влияние на разброс значений параметров ГРВ-грамм в последовательно снятых сериях, а именно уменьшая его.

2. Источник питания также влияет на стабильность получаемых значений. Автономный источник питания, такой как аккумуляторная батарея, является приоритетным вариантом, так как исключает влияние на показания прибора ГРВ, включенного в сеть, других электрических устройств, подключенных в эту же сеть. В случае работы от сети разброс получаемых значений возрастает в несколько раз по сравнению с работой от аккумулятора.

3. Оптимальным вариантом является работа от автономного источника питания с подключенными заземляющими пластинами.

Таким образом, исследования показали, что при проведении различных исследований лучше всего подключать прибор к автономному источнику питания и осуществлять качественное заземление, одним из вариантов которого является использование разработанных нами пластин.

7. Заключение

Рассмотренные процедуры позволяют проводить измерения объектов окружающей среды при помощи ГРВ оборудования с точностью до единиц процентов. Это позволяет фиксировать небольшие изменения свойств объекта под влиянием внешних факторов, например, изменения параметров ГРВ свечения жидкостей под влиянием электромагнитных полей и излучений. Аналогичным образом можно исследовать изменение свойств воды при прохождении фильтров и активаторов. Отметим, что подобные изменения не обязательно связаны с химическим составом примесей в жидкости.

Важной темой является исследование состояния окружающей среды и ее изменение под влиянием геофизических факторов или индивидуального и группового сознания. Высокая чувствительность развитых методов была продемонстрирована во время измерения эффектов полного солнечного затмения в Новосибирске 1 августа 2008 года, где 6 приборов ГРВ зафиксировали аналогичное изменение сигнала от датчика-антенны при пересечении лунной тени. Подобные данные по чувствительности метода были получены в Чили на закате солнца.

Корректное использование представленных в настоящем пособии процедур позволяет получать достоверные научные результаты и может широко применяться многочисленными пользователями приборов ГРВ в России и во всем мире.

8. Литература

1. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2001. – 356 с.
2. Коротков К.Г. Эффект Кирлиан. – СПб.: Ольга, 1995. – 218 с.
3. Коротков К.Г. От эффекта Кирлиан к биоэлектрографии. – СПб.: Ольга, 1998. – 341 с.
4. Коротков К.Г. Разработка научных основ и практическая реализация биотехнических измерительно-вычислительных систем анализа газоразрядного свечения, индуцированного объектами биологической природы: дис. док. техн. наук. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 1999. – 93 с.
5. Интернет-сайт компании «КТИ»: www.kti.spb.ru.
6. Борисова М.В., Крыжановский Э.В., Ткалич В.Л. Оценка погрешности экспериментальных результатов при исследовании методом ГРВ биоэлектрографии. Приборостроение. Т. 49, № 2, 2006, с. 30-31.
7. Анализ систематических погрешностей и воспроизводимости данных в методе ГРВ. Р.А. Александрова, Г.Б. Федосеев, К.Г. Коротков, Н.А. Филиппова, Э.В. Крыжановский и др. Тез. Наука, Информация, Сознание: материалы 4-ого междунар. Конгресса, июль 2000 г, г. СПб, с. 1-4.