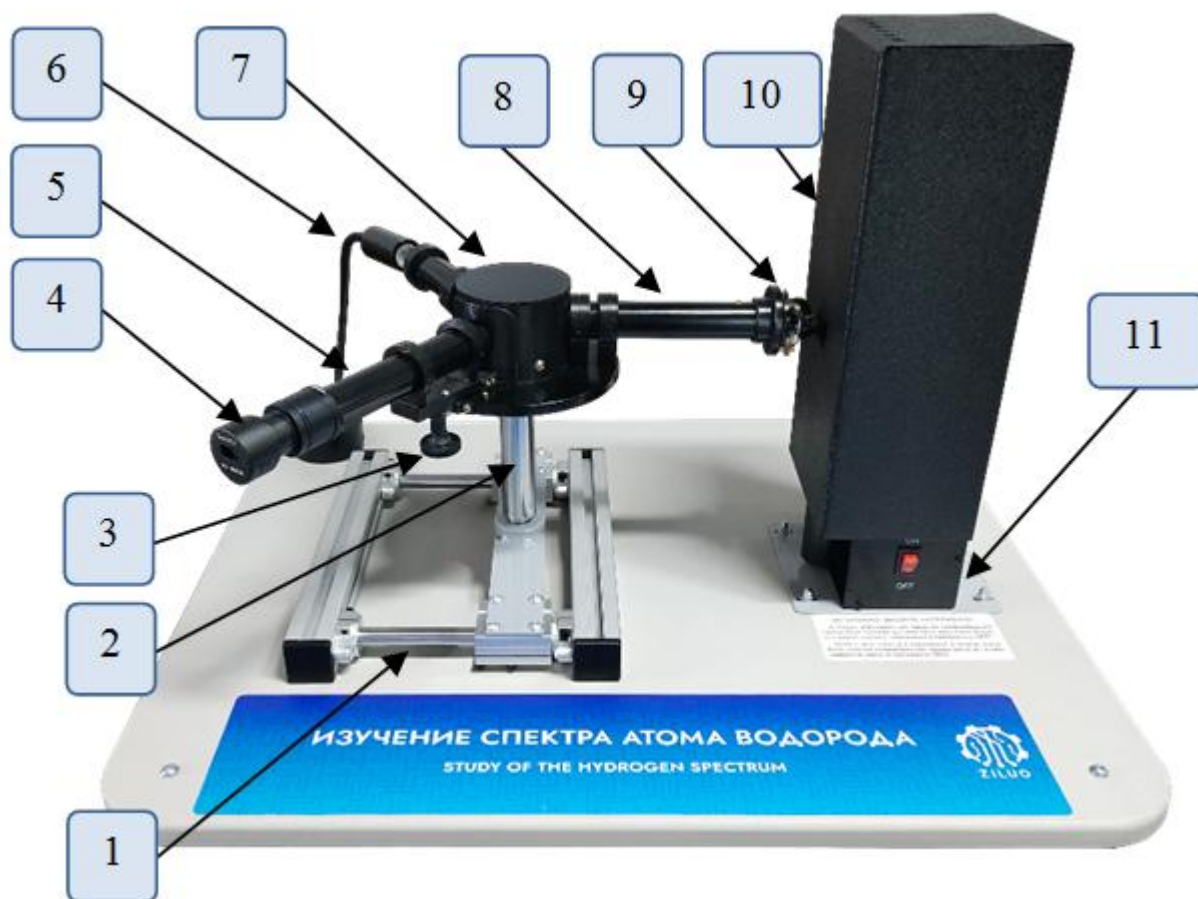


Изучение спектров испускания водорода с помощью спектроскопа.

Приборы и принадлежности: Лабораторная установка «Изучение спектра атома водорода»: Спектроскоп со встроенным коллиматором и зрительной трубой, видеокамера НУ-500М для работы с оптическими приборами, водородная спектральная трубка, водородная спектральная трубка, блок питания для спектральных трубок, Осветитель для подсветки шкалы.



1. Подвижная рама.
2. Призмный спектроскоп.
3. Рукоятка вращения зрительной трубы.
4. Видеокамера с адаптером.
5. Зрительная труба.
6. Осветитель для подсветки шкалы.
7. Короб призмы спектроскопа.
8. Коллиматор.
9. Щель с регулируемой шириной.
10. Кожух.
11. Блок питания со спектральной трубкой.

Порядок выполнения работы

ВНИМАНИЕ! Спектральная трубка устанавливается преподавателем или лаборантом только при выключенном блоке питания. Кнопка питания должна находиться в положении «OFF».

Перед началом работы внимательно ознакомьтесь с руководством по эксплуатации и данными методическими рекомендациями на комплект учебно-лабораторного оборудования.

1. Установите камеру (4) через адаптер с диаметром 30,5 мм на зрительную трубу (5). Подключите камеру к компьютеру/ноутбуку.

2. Включите осветитель (6).
3. Настройте камеру/окуляр на шкалу, следуя порядку выполнения работы с камерой.
4. Включите блок питания (11) и дайте прогреться спектральной лампе в течение 30 секунд. **Не допускайте включения лампы более чем на 5 минут**, т.к. спектральная лампа имеет ограниченный срок горения!
5. Добейтесь чёткого изображения линий спектра, регулируя ширину щели 9.
6. Определите по шкале длину волны каждой спектральной линии излучения атомов водорода. При необходимости, вращением винта (3), поворачивайте зрительную трубу для визуализации всех линий спектра. Осветитель шкалы имеет гибкую систему крепления, при необходимости приближайте и отдаляйте осветитель от шкалы для лучшего наблюдения спектра.
7. Полученные данные внесите в таблицу.
8. Определите погрешность результатов измерений
 $\Delta\lambda = \left(1 - \frac{\lambda_{\text{сп}}}{\lambda_{\text{теор}}}\right) \cdot 100\%$, сравнив их со справочными данными.

Цвет линии	Длина волны спектроסקопа $\lambda_{\text{сп}}$, нм	Длина волны справочная $\lambda_{\text{теор}}$, нм	Погрешность $\Delta\lambda$, %

Для серии Бальмера (переходы на уровень $n = 2$) эмпирически была установлена закономерность

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1)$$

По теории Бора постоянная Ридберга выражена как

$$R = \frac{e^4 m}{8 \varepsilon_0^2 h^3 c} \quad (2)$$

где $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд электрона,

$c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме,

$m = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг - масса покоя электрона,

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная.

Из формул (1) и (2) находим постоянную Планка h , заменив постоянный множитель через букву A :

$$h = \sqrt[3]{\frac{e^4 m \lambda}{8 \varepsilon_0^2 c} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)} = A \sqrt[3]{\lambda \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)}, \text{ при } n > 2 \quad (3)$$

Формула (3) показывает, что для определения постоянной Планка нужно измерить длины волн спектра излучения атомов водорода, соответствующих переходам электрона:

с уровня 3 на уровень 2 (красная линия спектра);

с уровня 4 на уровень 2 (голубовато-зеленая линия);

с уровня 5 на уровень 2 (фиолетовая линия).

Постоянная Ридберга рассчитывается по формуле (5), постоянная Планка – по формуле (6). Для определения постоянной Планка необходимо измерить длины волн спектра атома водорода в серии Бальмера.

9. Используя формулы (1) и (2), определите постоянную Ридберга R по спектру атома водорода
10. Пользуясь формулами методического пособия 1340а вычислить: потенциал ионизации атома водорода, циклические частоты измеренных линий спектра водорода, энергии фотонов и термы линий серии Бальмера.

	H_{α}	H_{β}	H_{δ}
$\lambda, \text{Å}$			
$\omega, \text{рад/с}$			
$R, \text{рад/с}$			
$\varepsilon, \text{эВ}$			
$T(n), T(m), \text{рад/с}$			

Порядок выполнения работы с камерой

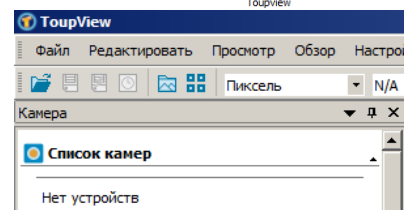
1. После установки видеокамеры (4) в зрительную трубу (5) включить ноутбук и открыть программу Tourview на рабочем столе.

2. Подключить камеру к ноутбуку через USB провод. В окне программы Tourview появится доступная камера во вкладке «Список камер».

3. Настроить резкость изображения от камеры перемещением адаптера с закрепленной лампой вдоль зрительной трубы. После фокусировки зафиксировать адаптер к зрительной трубе винтом.

4. При недостаточной интенсивности лампы с помощью дополнительных настроек в ПО Tourview можно улучшить изображение.

5. Список изменяемых настроек приведен ниже.



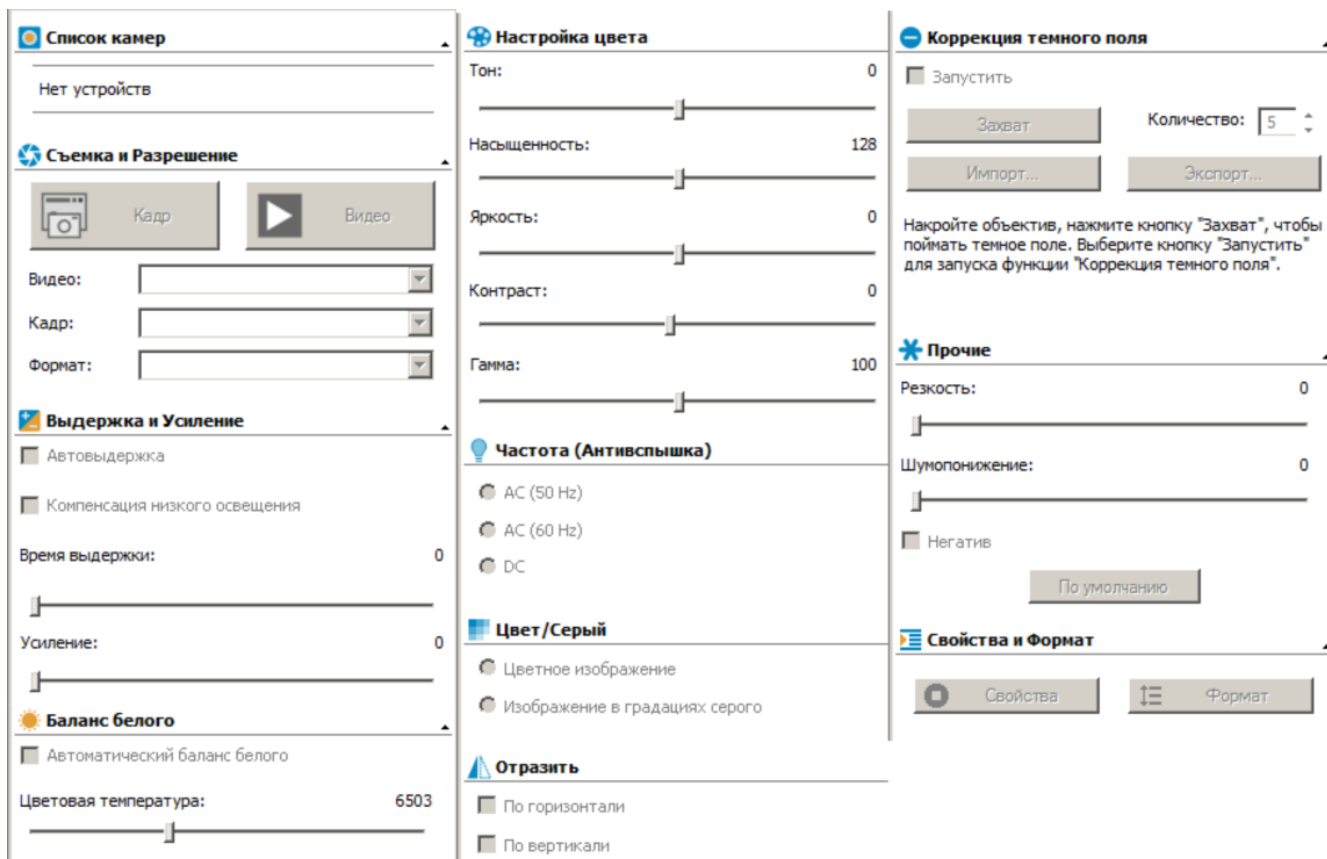




Рисунок 3 – Настройки камеры в ПО Tourview

- «Список камер» – в этом окне, при подключении камеры к компьютеру, появляется кнопка с названием модели камеры, при нажатии которой в рабочем окне справа демонстрируется изображение с камеры в реальном времени;
- «Съемка и разрешение» – настройка разрешающей способности, цветового режима. Содержит две кнопки с иконками:
 -  «Кадр» – делает снимок при нажатии,
 -  «Видео» – начинает запись видео при нажатии.
 Три элемента ниже, выполненные в виде раскрывающегося списка:
 - «Видео» – выбор разрешения изображения, отображаемого на экране монитора при записи видео,
 - «Кадр» – выбор разрешения изображения, отображаемого на экране монитора при снимке,
 - «Формат» – позволяет выбрать цветовой режим изображения с камеры (рекомендуется выставить RGB24 для наилучшей цветопередачи).

- **«Выдержка и усиление»** – настройка и корректировка изображения при низком/высоком освещении.
 - «Автовыдержка» – автоматический подбор оптимальной светочувствительности. При включенной автовыдержке может заметно упасть частота кадров.
 - «Компенсация низкого освещения» – повышение порога светочувствительности,
 - «Время выдержки» – настройка времени засветки сенсора камеры микроскопа. Недостаточное значение приводит к недостатку света, регистрируемое сенсором, избыточное значение приводит к засветке шкалы длин волн.
 - «Усиление» – умножение полученного сигнала от матрицы на коэффициент усиления (от 1,0 до 3,0).

- **«Баланс белого»** – настройка цветов с матрицы на передачу естественных цветов при съемке:
 - «Автоматический баланс белого» – автоматическая подстройка температуры программой. Может давать неточный результат, в результате чего изображение приобретает желтоватый или синеватый оттенок.
 - «Цветовая температура» – ручная подстройка температуры, позволяющая получить максимально естественные цвета, в том числе и естественный белый цвет. Значение температуры зависит от источника света.

- **«Настройка цвета»** – корректировка оттенков, насыщенности и яркости цветов:
 - «Тон» – настройка пропорций одного цвета относительно остальных цветов в изображении.
 - «Насыщенность» – настройка интенсивности определенного тона
 - «Яркость» – настройка степени белизны изображения
 - «Контраст» – настройка интенсивности участка с одним цветом от окружающего фона с другим цветом
 - «Гамма» – настройка чувствительности матрицы камеры к дополнительным оттенкам основных цветов

- **«Частота (Антивспышка)»** – настройка частоты кадров съемки видео. Для устранения мерцаний необходимо выбрать частоту, соответствующую частоте монитора.

- **«Цвет/Серый»** – настройка цветного («Цветное изображение») или черно-белого («Изображение в градациях серого») изображения

- **«Отразить»** – отображение изображения с камеры в отзеркаленном или перевернутом виде

- **«Коррекция темного поля»** – применяется при использовании метода темного поля, когда изображение создается светом, рассеивающимся на неоднородностях образца. В данной лабораторной работе не используется.

- **«Прочие»** – «Резкость» (вместе с фокусировкой камеры в зрительной трубе) позволяет настроить четкость линий и шкалы. «Шумопонижение» позволяет вручную подавлять шумы и выделить полезный сигнал, полученным от светочувствительной матрицы.

- **«Свойства и формат»** – вывод свойств съемки и формата фото/видео.