**ВОЗМОЖНОСТИ**

**АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ**

**НА САМОДЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ ИЗ ДОСТУПНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Лисаченко Д.А., Пивоева Е.И.

*Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия*

*lislizza@gmail.com*

Во многих школах нет специального оборудования для демонстрации на уроках ключевых явлений и для наглядного их изучения, что принципиально важно для таких школьных предметов, как физика и астрономия. В данной работе показано, что содержательные качественные и количественные исследования возможны и с самодельными приборами и предложены варианты их конструкций для общедоступных учебных наблюдений. Данная работа является частью проекта по созданию приборного комплекса для школьной физики и астрономии, сочетающего доступность и простоту с серьёзными возможностями. Создаваемый комплекс может представлять особый интерес для сельских школ благодаря преимуществам чистого неба без неизбежного в городах светового загрязнения.

Предмет исследования: изображение и спектр излучения Солнца.

Объект исследования: солнечные пятна и особенности солнечного спектра в видимой и ближней инфракрасной области, в том числе полосы водяного поглощения.

Гипотеза исследования: при помощи самых доступных средств можно изучать явления, для которых, как раньше могло казаться, требовалось сложное оборудование (см. предмет и объект).

Направления исследования: были изучены характеристики камеры-обскуры[1] и спектрометра, опробован и оптимизирован ряд конструкций.

Камера-обскура: сначала была создана обскура в трубе с зеркалами внутри, увеличивающими длину прохода световых лучей в 3 раза, что составило 3 метра. Это позволило продемонстрировать две особенности оптических приборов: 1) применение зеркал для увеличения оптической длины в коротком корпусе, 2) подбор диаметра входного отверстия для оптимального соотношения геометрической и дифракционной расходимости. Сфотографировано солнечное затмение 10.06.2021.

Затем была изготовлена самая простая, компактная и портативная учебно-демонстрационная обскура – обычное зеркало размером 10x10 см, закрытое черной пластиной с рядом отверстий диаметром 6, 4, 3, 2, 1 мм. Отраженные солнечные лучи направляются на стену аудитории, давая несколько расположенных рядом изображений, иллюстрирующих соотношение между яркостью и резкостью. Для демонстрационных целей затемнение не требуется.

С помощью такого зеркала и еще одного или двух зеркал был получен ход лучей в 1, 2 и 3 прохода через весь школьный кабинет без затемнения, и только белый экран был защищен от света с помощью картонной коробки длиной около метра. Получено изображение Солнца за ветками деревьев, по которым можно определять и настраивать резкость. Вместе с тем стало ясно, что бытовые зеркала для таких длинных обскур уже не годятся.

В обскуре, позволившей наблюдать солнечные пятна[2][3], конструкция была проще, но были применены два зеркала оптического качества, а также диафрагма 1-5 мм от старых приборов. Через отверстие диафрагмы свет Солнца с помощью двух зеркал был выведен в длинный темный школьный коридор, где был установлен экран. Никакого специального затемнения не было. Максимальная длина обскуры, при котором изображение было доступно для наблюдения – 48 метров, при этом диаметр изображения Солнца – 46 см. Итак, увеличена и длина прохода, и дополнительные предметы для затемнения не нужны, и достигнута максимальная простота оптической системы. Было получено изображение солнечных пятен на диске Солнца, оно было сверено с данными собственных одновременных наблюдений в телескоп с солнечным фильтром, а также с данными со снимков солнечных телескопов в интернете[4].

Спектрометр: были созданы по одной и той же оптической схеме два спектрометра для испытания разных составных частей, их сравнения и подбора оптимальных. Основные элементы общедоступны: собирающая линза, входная щель (может быть самодельной), объектив Гелиос-44М от старого фотоаппарата Зенит-ЕМ, призма, германиевый транзистор П-214 со спиленным корпусом в качестве светочувствительного элемента в видимой и инфракрасной области. Кристалл транзистора закрыт непрозрачным экраном с щелью, пропускающей только узкий участок спектра, даваемого призмой. При перемещении транзистора с помощью винтового механизма вдоль спектра координата транзистора (в миллиметрах и долях миллиметра) соответствует длине волны. Фототок, протекающий через транзистор, качественно соответствует спектральной мощности излучения в диапазоне, определяемом положением щели перед транзистором относительно спектра, даваемого призмой. Сопоставление координаты транзистора с длиной волны происходило с помощью настройки спектрометра по лазерам разных цветов. Также для настройки и выяснения характеристик транзистора были изучены спектры лампы накаливания при разных температурах нити накала. Вся оптическая система затемнена картонным корпусом.

Спектр Солнца был снят многократно в разное время, при разных условиях, при разной технической настройке приборов и способах снятия спектра, в том числе с учётом быстрого движения Солнца. Опробованы различные варианты конструкции, подобраны наиболее подходящие компоненты. Спектрометр позволяет наглядно изучать закон смещения Вина и закон Стефана-Больцмана при использовании лампы накаливания, исследовать спектр Солнца, а полученные характеристики его элементов позволяют рассчитывать на разрешающую способность, достаточную для выявления особенностей спектра Солнца в разное время года и суток[5].

Результаты: были отработаны разные варианты конструкций приборов, выбраны оптимальные, сочетающие доступность, простоту и качество. Созданные приборы можно использовать не только для массовых школьных демонстраций по основам оптики, но и для проведения содержательных наблюдений и измерений: с помощью камеры-обскуры сфотографировано солнечное затмение, получено изображение солнечных пятен, с помощью спектрометра снят солнечный спектр. Опыт, получаемый школьниками при разработке, изготовлении и настройке приборов подобного уровня пригодится им при работе с настоящими астрономическими приборами.

Обсуждение: в марте-апреле максимальная высота Солнца над горизонтом повышается, наиболее резко увеличивается интенсивность света. Поэтому основные измерения солнечного спектра намечены на апрель. На основании уже полученных результатов и при доработке прибора с учётом характеристик испытанных компонентов оптической системы спектрометра, мы рассчитываем выяснить, какие именно особенности солнечного спектра доступны для обнаружения в нашем приборном комплексе и могут быть рекомендованы для массового использования.

1. С.А. Богачёв, А.С. Кириченко, *Вестник РАН,* 2014, **84(3)**, 206-211.

2. В.Г. Сурдин, *Наука и жизнь,* 2008, **9**, 97-103, <https://www.nkj.ru/archive/articles/14653/>

3. В.Г. Сурдин, *Земля и Вселенная*, 1999, **1**

4. <https://www.spaceweatherlive.com/ru.html>

5. В. Деревянко, *интернет-ресурс «Элементы», «Солнечный спектр»*