

53(07)
К 54

Министерство просвещения УССР
Киевский государственный педагогический институт
имени А. М. Горького

С. И. КНЯЗЕВ

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ
РАБОТ ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКЕ
В СРЕДНИХ ШКОЛАХ

*Доклад о содержании опубликованных работ,
представленных по совокупности на соискание
ученой степени кандидата педагогических наук*

Киев — 1967

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова



100313575

Киевский государственный педагогический институт имени А. М. Горького направляет Вам для ознакомления доклад о содержании опубликованных работ, представленных по совокупности на соискание ученой степени кандидата педагогических наук.

Просьба ознакомиться с докладом и Ваши замечания прислать по адресу: г. Киев, бульвар Шевченко 22/24, Киевский государственный педагогический институт имени А. М. Горького, научная часть.

Доклад разослан 10 февраля 1967 года
Защита состоится 6 апреля 1967 года

53(07)
Кн9

Содержание проблемы «Методика и организация практических работ по геометрической оптике в средних школах» освещено в работах диссертанта, представленных на соискание ученой степени кандидата педагогических наук:

1. Физический практикум по оптике, ч. I, Свердловск, 1959 г., 70 стр.;
2. Практические работы по определению показателя преломления, Свердловск, 1960, 88 стр.;
3. Практические работы по фотометрии, по изучению плоских и сферических зеркал, линз, глаза и оптических систем, Свердловск, 1962, 196 стр.

Общий объем этих публикаций — 22 печ. листа.

* * *

Практические работы по геометрической оптике в средней школе проводятся в виде демонстраций, фронтальных лабораторных работ, кратковременных и длительных работ практикума, на кружковых занятиях и в виде домашних заданий.

Работы практикума по геометрической оптике имеют большое значение в деле политехнического обучения, они несомненно повышают интерес учащихся к изучаемому материалу и способствуют сознательному, глубокому и прочному изучению физики.

Ученики, выполняющие практические работы за более короткие сроки, усваивают теоретический материал, вникают в суть физических явлений и учатся применять их на практике.

На основании материала, собранного в книгах, можно проводить практикум по геометрической оптике при любых условиях, имеется возможность заменять одни приборы другими, менять содержание практических работ, выявлять наи-

более лучшие работы по той или иной теме, осуществлять дидактический принцип от простого к сложному.

Диссертантом разработан и широко применен метод отсутствия параллакса для проведения практических работ по геометрической оптике, им сконструировано специальное оборудование и приборы. За эту работу он получил 3 авторских свидетельства из БРИЗа и МП РСФСР.

В связи с тем, что в современной методической литературе нет каких-либо указаний и строго установленных норм, кроме минимума работ приведенных в программе и предложения А. А. Покровского¹ (1) по тематике практических работ для старших классов средней школы, поэтому нам хотелось предложить два варианта примерных практических работ по оптике, связанных с материалом программы и остановиться на методике их проведения.

В 1959—1960 учебном году нами был проведен практикум по оптике в четырех десятых классах средней школы № 65 г. Свердловска. В практикум вошло 25 работ, которые были проведены в оптической лаборатории Уральского государственного университета в конце прохождения оптики в виде заключительного практикума по методу отдельных работ. С каждой группой учеников было проведено по пять двухчасовых занятий.

При этом были предложены следующие работы:

1. Определение силы света лампочки накаливания при помощи фотоэлемента и проверка законов обратных квадратов.
2. Изучение законов освещенности при помощи фотоэлемента.
3. Определение главного фокусного расстояния вогнутого зеркала объективным методом и методом отсутствия параллакса.
4. Определение главного фокусного расстояния вогнутого зеркала по методу Кольрауша.
5. Определение фокусного расстояния выпуклого зеркала по методу отсутствия параллакса.
6. Определение фокусных расстояний собирательных и рассеивающих линз объективным методом.
7. Определение зависимости показателя преломления от концентрации раствора методом полного отражения (стеклянная плоскопараллельная пластинка, покрытая белой краской).
8. Определение зависимости показателя преломления от концентрации раствора при помощи рефрактометра РЛУ.

¹ А. А. Покровский, Практикум по физике в старших классах средней школы, журнал «Физика в школе», № 2 за 1963 (1).

9. Определение показателя преломления стекла полуцилиндра на шайбе Гартля.

10. Определение показателя преломления жидкости, налитой в сосуд с плоскопараллельными стенками.

11. Определение показателя преломления стекла при помощи микроскопа и сферометра.

12. Знакомство с оптическими свойствами глаза.

13. Сборка моделей микроскопа и телескопа на приборе для изучения законов оптики и метода отсутствия параллактического смещения.

14. Определение увеличения микроскопа и телескопа.

15. Сборка призмённого монокуляра и определение его увеличения.

16. Определение радиуса кривизны линз и длины волны с помощью колец Ньютона.

17. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки объективным методом.

18. Сборка модели спектроскопа, наблюдение и сравнение спектров испускания и поглощения.

19. Градуировка шкалы спектроскопа и определение длины волны света неизвестного газа по градуировочной кривой.

20. Снятие вольтамперной характеристики газонаполненного фотоэлемента.

21. Сборка и испытание фотореле.

22. Фотографирование, получение негатива и позитива.

23. Определение силы света лампы дневного света.

В распоряжение каждого звена, состоящего из 2—3 учеников, давалось описание соответствующей работы; набор необходимых приборов, принадлежностей и материалов. Ученики собирали из отдельных деталей установки, проводили эксперимент и связанные с ним необходимые наблюдения и измерения; пользуясь справочниками, обрабатывали результаты измерений и составляли отчеты по работам. Окончательное оформление отчетов по работам ученики производили обычно дома. Роль преподавателя сводилась, главным образом, к наблюдению за ходом работы каждого звена. В случае необходимости преподаватель давал учащимся указания по обращению с приборами, корректировал ход работы в том или ином звене, давал указания, помогающие вовремя закончить экспериментальную часть и получить надлежащие результаты, а также давал указания по поводу обработки полученных результатов измерения и составлению отчета.

В результате проведенного практикума у учеников появился интерес к изучению оптики. При сдаче экзаменов на аттес-

тат зрелости большинство учащихся давали хорошие ответы по разделу оптики. Кроме того, в результате проведенного практикума учащиеся приобрели некоторые практические навыки.

Учитывая то, что в некоторых школах нет физических кабинетов и материальная база еще слаба, нет соответствующего оборудования и материалов, вышеописанный практикум в ближайшие годы можно организовать не во всех школах. Поэтому нами в 1962—1966 учебном году был поставлен и проведен в пяти школах г. Свердловска доступный для большинства средних школ и не требующий больших материальных затрат практикум по геометрической оптике.

Объединяющим началом такого практикума явился метод отсутствия параллакса, впервые примененный А. А. Покровским и Б. С. Зворыкиным (1) к некоторым лабораторным работам школьного курса физики. Этот метод позволяет проводить работы фронтально не только в оборудованных физических кабинетах, но и в любом незатемненном учебном классе, не только на лабораторных столах, но и на горизонтальных частях ученических парт; при этом может быть использовано самое простое оборудование. Несмотря на простоту использованного оборудования, работы представляют несомненный интерес, так как позволяют ознакомить учащихся с основными элементами сложных оптических приборов и методикой определения фокусных расстояний сферических зеркал, линз, определением показателей преломления веществ.

В практикум входили следующие работы:

1. Определение положения изображения предмета в плоском зеркале.
2. Определение радиуса кривизны вогнутого зеркала.
3. Определение фокусного расстояния вогнутого зеркала (действительное изображение).
4. Определение фокусного расстояния вогнутого зеркала (мнимое изображение объекта).
5. Определение фокусного расстояния выпуклого зеркала.
6. Определение главного фокусного расстояния собирающей линзы.
7. Определение главного фокусного расстояния собирающей линзы на установке с плоским зеркалом.
8. Определение главного фокусного расстояния и увеличение лупы.
9. Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы (непосредственное измерение расстояния A и B),

10. Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы на установке с плоским зеркалом.

11. Определение показателя преломления методом вогнутого зеркала.

12. Сборка модели микроскопа и определение его увеличения.

13. Сборка моделей зрительных труб и определение их увеличения.

Указанные работы проводились фронтальным методом на обычных 45-минутных уроках. На первом вводном уроке, предшествующем практикуму, приводился пример с движущимся паропаровозом или паровозом, когда пассажиру, видящему одновременно и близкие и далекие предметы, вследствие параллакса, кажется, что далекие предметы движутся в одном направлении с поездом, тогда как близкие — в обратном направлении. Далее приводился пример, когда наблюдатель смотрит на одинокое дерево, стоящее перед лесом, то он может спроектировать его на один из участков леса. При перемещении наблюдателя вдоль леса, он будет проектировать это дерево уже на другие участки леса. Видимое перемещение дерева относительно различных участков леса и будет его параллактическим смещением. В рассматриваемом случае дерево на фоне леса перемещается в сторону обратную движению наблюдателя. Чем ближе будет расположено дерево к лесу, тем меньше будет его видимое относительное смещение и когда оно будет стоять на опушке леса, то параллактического смещения вообще наблюдаться не будет. После такого объяснения метода каждому ученику предлагалось взять в руки по карандашу и ручке и убедиться в наличии параллактического смещения, когда карандаш и ручка расположены на луче зрения, но на разных расстояниях от наблюдателя. Переместив глаз вправо и влево, ученики заметят, что более близкий предмет перемещается в обратную сторону по отношению к перемещению глаза, а дальний предмет смещается относительно другого в ту же сторону, что и глаз; если взаимного перемещения не происходит, значит оба предмета (карандаш и ручка) находятся на одинаковом расстоянии от глаза наблюдателя. После этого объяснялась методика проведения одной из работ, например, работы по определению положения изображения предмета в плоском зеркале. В конце краткого изложения метода отсутствия параллакса мы останавливались

на его значении и практическом применении. Говорили о том, что он является единственно возможным способом для определения положения действительного изображения в незатемненном помещении, когда предмет не является источником света, кроме того этот предмет позволяет определить положения мнимых изображений в зеркалах и линзах. Указывали на то, что в большинстве случаев действительные изображения в оптических приборах рассматриваются без матового стекла или экрана (стереотруба, прицельное приспособление, бинокулярный микроскоп). В этом случае метод отсутствия параллакса позволяет совмещать действительное изображение с отсчетной сеткой или сеткой окулярного микрометра. На этом же вводном уроке давалось подробное объяснение методики проведения первой практической работы, при этом ученики записывали в тетрадях ход работы. После такого предварительного объяснения ученики на следующих уроках начинали выполнять работы. Подробное объяснение методики проведения каждой последующей работы делалось на предыдущем уроке или непосредственно перед ее выполнением. Указанные практические работы в некоторых классах проводились в виде повторительного практикума в конце учебного года, в других классах в виде параллельного практикума или заключительного. Практикум ставился после прохождения больших тем или разделов курса.

Во время первого практического занятия с группой иногда казалось, что выполнение работ не под силу некоторым ученикам. В этом случае те звенья, которые быстро усваивали метод отсутствия параллакса, подключались для помощи к тем звеньям, которые еще не разобрались с методикой выполнения работ. Этим мы добивались того, чтобы каждый ученик с самого первого занятия усвоил метод отсутствия параллакса и научился находить положение изображений с помощью этого метода. При этом условия следующие занятия проходили легко и просто при большой продуктивности в работе и приносили большую пользу учащимся, при этом, начиная со 2 и 3 занятия, оставалось время на текущий опрос и на закрепление материала.

Ученики с большим интересом отнеслись к предложенным практическим работам, за один урок (45 минут) они выполнили по одной работе из указанного списка, большинство из них на уроке оформляли отчет с вычислением погрешностей

измерения. На основании наблюдений за ходом выполнения работы и предъявляемых отчетов выставлялась оценка за каждую проделанную работу по пятибальной системе. После каждой проделанной работы проводилось ее обсуждение, ученики анализировали результаты своей работы, давали объяснение полученным погрешностям результатов измерения.

На весь комплекс описанных работ при фронтальном методе их проведения для каждого звена учеников необходимо иметь следующее оборудование: мерную ленту; собирательную линзу с фокусным расстоянием 7,5—13 см без оправы в верхней своей части; две специально сделанные подставки с острями, обращенными вверх; вертикально укрепленную спицу на подставке; плоское зеркало без оправы на подставке из матового стекла или миллиметровой сетки; рассеивающую линзу без оправы в верхней своей части (линзу № 3); крючок на подставке.

Стоимость затрат на приобретение оборудования для постановки описанного практикума для класса, состоящего из 30 учеников и при делении на звенья по два человека, приводим в следующих двух таблицах.

Расчет стоимости оборудования при фронтальном методе проведения работ

Таблица 1.

№№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Цена за один при- бор в руб.	Сумма в руб.
1	Линза № 1	30	0-37	11-10
2	Линза № 2	15	0-32	4-80
3	Линза № 3	15	0-40	6-00
4	Плоское зеркало	15	0-29	4-35
5	Вогнутое зеркало	15	0-33	4-95
6	Миллиметровое стекло	30	0-23	6-90
7	Матовое стекло	30	0-20	6-00
8	Мерная лента	15	0-13	1-95
9	Коробка спичек или спе- циальное сделанное стекло	30	0-01	0-30
			И т о г о:	46-35

Расчет стоимости оборудования при проведении работ по методу практикума

Таблица 2.

№№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Цена за одн при- бор в руб.	Сумма в руб.
1	Линза № 1	15	0-37	5-55
2	Линза № 2	10	0-32	3-20
3	Линза № 3	10	0-40	4-00
4	Плоское зеркало	10	0-29	2-90
5	Вогнутое зеркало	3	0-33	0-99
6	Миллиметровая сетка	6	0-23	1-38
7	Матовое стекло	6	0-20	3-00
8	Мерная лента	15	0-13	1-00
9	Коробка спичек или специаль- но сделанное острие	30	0-01	0-30
			Итого:	22-32

В книге «Физический практикум по оптике», ч. I рассмотрены вопросы о проведении практических работ по геометрической оптике в средней школе с применением метода параллакса.

Положение изображения в плоском зеркале можно определить двумя методами — методом параллакса и методом иголок. В рассматриваемом случае оба метода дополняют друг друга. Если метод параллакса наиболее прост, конкретен и позволяет достаточно точно и непосредственно производить определение положения изображения в плоском зеркале, то метод иголок в применении к числу лучей больше двух дает наглядное представление учащимся о процессе образования оптических изображений. Поэтому с целью полноты воздействия на представления учащихся целесообразно проводить работу по определению положения изображения в плоском зеркале обоими методами. В этом случае учащиеся будут иметь возможность проверить теоретические положения на практике посредством двух независимых опытов.

Работу по определению положения изображения в плоском зеркале следует проводить на одной и той же установке вначале методом параллакса, а затем методом иголок, т. к.

предварительная установка первой булавки и спицы исключает возможность такой установки, когда перпендикуляр, опущенный из первой булавки на отражающую плоскость стекла будет пересекать не стекло, а только его продолжение. При использовании обоих методов работа может быть проведена фронтально в течение одного урока или предложена учащимся в виде домашнего задания.

При изучении геометрической оптики в X классе можно провести лабораторную работу по определению фокусного расстояния вогнутого зеркала. Выполнение работы несомненно повысит интерес учащихся к изучению оптики, поможет закрепить теоретический материал и приобрести некоторые практические навыки в обращении с зеркалами.

А. А. Покровский и Б. С. Зворыкин предлагают проводить эту работу по методу получения изображения светящегося предмета на экране¹ (2). К сожалению, при выполнении работы по этому методу встречаются большие трудности. Для успешного ее проведения необходимо, чтобы главная оптическая ось зеркала проходила между светящимся предметом и экраном. Экран не должен загораживать светящийся предмет от зеркала, несмотря на то, что тот и другой располагаются по одну сторону зеркала. Такого положения трудно достичь, особенно тогда, когда зеркало имеет малые размеры. Кроме того, малейшее отклонение зеркала от вертикали относительно горизонтальной плоскости, на которой оно устанавливается, не дает возможности получить изображение светящегося предмета на экране. Поэтому учащиеся зачастую затрудняются сделать правильную установку приборов в работе, а учитель, при фронтальном методе выполнения ее, не в состоянии за один урок провести юстировку приборов в каждом звене. Наконец, расположение светящегося предмета и экрана по разным сторонам от главной оптической оси вогнутого зеркала не позволяет с достаточной точностью измерять соответствующие величины, а следовательно и определить главное фокусное расстояние зеркала. Работу по определению главного фокусного расстояния вогнутого зеркала по методу получения изображения светящегося предмета на экране трудно проводить фронтально, ее вполне можно ставить в качестве одной из работ практикума.

Д. Д. Галанин указывает несколько других методов определения главного фокусного расстояния вогнутого зеркала, в

¹ А. А. Покровский, Б. С. Зворыкин. Фронтальные лабораторные занятия по физике. М., Учпедгиз, 1956 (2).

том числе рассматривает метод параллакса.¹ (3). При проведении этой работы по методу параллакса легко показать динамику перемещения изображения к его полюсу с расстояния большего чем двойное фокусное расстояние вогнутого зеркала, и изменением качества изображения, т. е. в рассматриваемом случае можно охватить все случаи получения изображения в вогнутом зеркале. Метод параллакса позволяет наглядно показать сопряженность предмета и изображения и дает большую точность определения главного фокусного расстояния вогнутого зеркала, так как при этом изображение и предмет находятся на его главной оптической оси. Формула же вогнутого зеркала справедлива для центральных пучков лучей. Кроме того, этот метод позволяет поставить работу в любом незатемненном учебном классе, на горизонтальных частях ученических парт и пользоваться самым простым оборудованием. Несмотря на простоту оборудования и нетребовательность к условиям проведения, работа в этом случае не теряет методической ценности и может быть поставлена в любой средней школе.

Первую часть работы, а именно: «Определение главного фокусного расстояния вогнутого зеркала при действительном изображении объекта можно проводить фронтально в течение одного урока. После проведения лабораторной части работы для проверки результатов опыта полезно взять электрическую лампочку и получить при помощи вогнутого зеркала изображение ее волоска на удаленной стене класса. Тогда расстояние от лампочки до вогнутого зеркала будет почти равно его главному фокусному расстоянию. Определение радиуса кривизны вогнутого зеркала целесообразно предложить учащимся в качестве домашнего задания. Вторую часть работы, т. е. определение главного фокусного расстояния вогнутого зеркала (мнимое изображение объекта) следует ставить в виде одной из работ практикума. Для ее выполнения необходимо не менее одного урока.

Во время закрепления и повторения материала по оптике в X классе полезно провести лабораторную работу по определению главного фокусного расстояния выпуклого зеркала. Указанную работу целесообразно проводить в виде одной из работ практикума в течение одного урока.

В учебной литературе для средней школы (3) описываются два метода определения главного фокусного расстояния выпуклого зеркала — метод огоньков и метод параллакса. Метод

¹ Д. Д. Галанин и др., Физический эксперимент в школе, М., Учпедгиз, 1941 (3).

огоньков трудно использовать в условиях школы из-за того, что он требует много довольно сложного оборудования. Метод же параллакса вполне можно применить для проведения указанной работы. Для этого можно использовать любое выпуклое зеркало, независимо от размеров и величины фокусного расстояния, например, из набора больших линз и зеркал. Вообще же малые зеркала и линзы в школьных условиях более удобны, чем большие. Но, к сожалению, Главучтехпром РСФСР не выпускает малого выпуклого зеркала.

При определении главного фокусного расстояния собирающей линзы в школе обычно распространен простой и доступный способ, при котором светящийся предмет (пламя свечи, нить электрической лампы и т. д.) проектируется на прозрачный экран. Однако этот способ имеет ряд недостатков: требуется хотя бы частичное затемнение комнаты, в которой проводятся занятия; он не охватывает некоторых случаев получения изображения, встречающихся в практике (труба, микроскоп, бинокль, и т. д.), т. е. не дает учащимся достаточно полных представлений о получении изображений в собирающих линзах.

Кроме указанного метода нахождения положения изображений имеется еще метод отсутствия параллакса. Этот метод был применен А. А. Покровским и Б. С. Зворыкиным (2) к некоторым лабораторным работам школьного курса физики, в том числе к работе по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы. Метод параллакса охватывает все случаи получения изображений в собирающей линзе, дает значительно большую точность определения ее главного фокусного расстояния особенно при действительных изображениях, так как в этом случае используются центральные пучки лучей (острия располагаются на главной оптической оси линзы) и для рассматривания изображения возможно применить лупу. При определении главного фокусного расстояния собирающей линзы по методу параллакса (при действительном изображении объекта) объект и его изображение являются сопряженными. Поэтому правильность определения положения изображения может контролироваться учителем или другим учеником в процессе самой установки. Метод параллакса позволяет проводить лабораторную работу по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы фронтально.

Несмотря на преимущества метода параллакса по сравнению с методом получения изображения от светящегося предмета на экране, определение главного фокусного расстояния

собирающей линзы целесообразно определять обоими методами одновременно. В этом случае ученики будут сравнивать методы, контролировать результаты измерения и получить наиболее полное представление о собирающих линзах. Очередность проведения лабораторной работы по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы тем или другим методом учитель может выбрать сам.

Учитывая то, что метод параллакса дает учащимся представление об объективности изображения в собирающей линзе, т. е. о существовании изображения вне зависимости от наличия экрана и взаимодействия лучей с ним, указанную работу в начале лучше проделать по методу параллакса, а затем выполнить ее по методу получения изображения светящегося предмета на экране. При тщательной подготовке к проведению лабораторной работы ее можно выполнить обоими методами за один урок.

Если для лабораторной работы отводится два часа, то одновременно с определением главного фокусного расстояния собирающей линзы при действительном изображении объекта нужно познакомить учащихся с мнимым изображением в собирающей линзе и определить увеличение лупы. В этом случае учащиеся более детально изучат свойства собирающих линз и получат наиболее полное представление о действительных и мнимых изображениях в собирающей линзе. При двояких уроках целесообразно вначале проделать работу по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы по методу изображения светящегося предмета на экране, далее перейти к выполнению той же работы по методу параллакса, а затем к работе по определению увеличения лупы. Если какое-либо звено учащихся быстро выполнит указанные работы, то этому звену полезно предложить еще работу по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы на установке с плоским зеркалом.

Обычно учащиеся производят несколько опытов с одной и той же собирающей линзой. При этом получают как уменьшенные, так и увеличенные изображения. Поэтому каждый отдельный опыт можно проводить одновременно двумя методами, т. е. методом параллакса и методом получения изображения светящегося предмета на экране, а затем переходить к выполнению главного опыта и т. д. При этом результаты измерений будут взаимно контролироваться.

Применение метода параллакса к некоторым лабораторным работам позволяет предлагать учащимся самостоятельные практические работы, которые могут быть выполнены ими

или после урока в том или ином классе, или даже в домашних условиях. Так для самостоятельного задания может быть использована работа по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы по методу параллакса на установке с плоским зеркалом.

В школьных условиях рекомендуется определять фокусное расстояние рассеивающей линзы косвенным путем с применением собирающей линзы, т. к. рассеивающая линза образует только мнимые изображения, положение которых нельзя определить непосредственно при помощи экрана. Применение собирающей линзы дает возможность использовать несколько методов для определения фокусного расстояния рассеивающей линзы. Остановимся на некоторых из них. Метод непосредственного изменения расстояний от предмета и изображения до рассеивающей линзы, описанный А. А. Покровским и Б. С. Зворыкиным (2) является сложным для восприятия учеников. Действительно им трудно осмыслить процесс получения расстояния от мнимого изображения до рассеивающей линзы. В этом случае преподавателю приходится тратить много времени на дополнительное, не имеющие отношения к изучаемому материалу, объяснения.

Второй метод определения фокусного расстояния рассеивающей линзы использует теоретическое положение о том, что оптическая сила соприкасающихся линз равна сумме оптических сил составляющих линз. Но учащимся неизвестно такое теоретическое положение, поэтому трудно проводить фронтальную работу в школе по указанному методу. Кроме того метод предусматривает расположение линз достаточно близко друг к другу, тогда как подставки линз, выпускаемых Главучтехпромом, не позволяют делать этого.

Кроме указанных методов определения фокусного расстояния рассеивающей линзы имеется метод параллакса, использованный П. А. Знаменским¹ (4) для проведения работы в школьных условиях. Применение этого метода имеет несомненные преимущества перед другими вышеописанными методами. Он позволяет непосредственно определить фокусное расстояние рассеивающей линзы без использования дополнительной собирающей линзы, дает большую точность измерения, особенно при использовании плоского зеркала, упрощает и удешевляет необходимое для выполнения работы оборудование. Работу по определению главного фокусного расстояния

¹ П. А. Знаменский, Лабораторные занятия по физике, ч. 2, М., Учпедгиз, 1955 (4).

рассеивающей линзы следует проводить совместно с работой по определению увеличения лупы, т. к. методы нахождения изображений в той и другой работе имеют много общего. Обе работы могут быть выполнены фронтально в течение одного урока. Работу по определению главного фокусного расстояния рассеивающей линзы по методу параллакса на установке с плоским зеркалом можно проводить, как одну из работ практикума. Для ее выполнения требуется не более одного урока.

Имеется достаточно много методов определения показателей преломления твердых и жидких тел. Некоторые из этих методов описаны в учебной литературе для средней школы (2, 4). Для учеников средней школы наиболее простым и доступным методом определения показателей преломления можно считать метод скользящего луча и особенно метод иголочек.

В частности, работа по определению показателей преломления плоскопараллельных пластинок в редакции А. А. Покровского (2) является классической фронтальной лабораторной работой по физике. Но не следует суживать представления учащихся и ограничиваться только одним методом при определении показателей преломления веществ. Поэтому полезно во время практикума или на кружковых занятиях предлагать учащимся работы по определению показателей преломления, проведение которых основано на других методах. К ним относятся приводимые описания двух работ по определению показателей преломления методом отсутствия параллакса.

Работа по определению показателя преломления жидкости этим методом на установке с вогнутым зеркалом может быть рекомендована, как одна из работ практикума и для выполнения ее необходимо не более одного часа. Выполнение указанной работы поможет учащимся закрепить пройденный на уроках теоретический материал, позволит выяснить вопрос о причине смещения изображения при помещении между зеркалом и предметом какой-либо среды, например, воды. Кроме того учащиеся познакомятся с одним из практических применений вогнутого зеркала. Если вогнутое зеркало достаточно больших размеров и позволяет непосредственно в него налить жидкость, то работу можно проводить без дополнительного сосуда, в который наливается жидкость.

Работу по определению показателя преломления жидкости и материала линзы по методу отсутствия параллакса можно предложить для выполнения на кружковых занятиях с целью расширения кругозора учащихся, которые вполне могут самостоятельно смонтировать всю установку для выполнения работы и усвоить довольно сложные математические выводы

конечных формул. В работе показана сложная зависимость между главными фокусными расстояниями двух соприкасающихся линз и показателями преломления сред, из которых они сделаны.

Программа по физике для средней школы предусматривает проведение работы по сборке моделей микроскопа и оптических труб в десятом классе средней школы. В процессе выполнения работы учащиеся будут иметь дело с элементами сложных оптических приборов, получают реальное представление об устройстве микроскопа и оптических труб, наглядно познакомятся с ходом лучей в этих приборах, с получением мнимых и действительных изображений в линзах. В учебной литературе для средней школы описано несколько методов построения таких моделей.

Рассмотрим некоторые из них. Главучтехпром не так давно выпустил набор для изучения законов оптики, который позволяет строить изображения в микроскопе и оптических трубах при помощи узких пучков света. Лабораторные работы с этим набором проводить методически нецелесообразно, т. к. он не позволяет собирать модели оптических приборов и изучать их оптические свойства. Такой прибор может быть применен, главным образом, для демонстрации законов оптики в процессе изучения теоретического материала на уроке. Если учитель пожелает провести лабораторную работу или работу практикума по этому методу, то нужно прямоугольный вертикальный экран заменить положенным на стол листом белой бумаги, на котором установить соответствующую оптику. Рассмотренный метод построения изображения в микроскопе и оптических трубах описан в книге Д. Д. Галанина (3), кроме того, в указанной книге описывается сборка схемы микроскопа по методу светящегося предмета и экрана. Этот метод ввиду его наглядности и простоты заслуживает внимания и может быть применен при выполнении работы на практикуме. Метод светящегося предмета и экрана нецелесообразно использовать при фронтальном проведении работы, т. к. при выполнении работы требуется большое количество оборудования.

Далее А. А. Покровский и Б. С. Зворыкин в своих книгах¹ (2, 5) детально описывают работу по сборке моделей микроскопа и оптических труб методом отсутствия параллакса. В этом случае ученики сознательно подходят к сборке того или иного оптического прибора. Но, к сожалению, в некоторых

1. А. А. Покровский и др., Практикум по физике, М., Учпедгиз, 1956 (5).

школах преподаватели физики не проводят этой работы, ссылаясь на недостаток оборудования и новизну предложенного метода. Ее можно проводить и несколько упрощенным и всем доступным оборудованием, применяя для отыскания положения изображений в объектах микроскопа и оптической трубы не миллиметровые сетки, а острия. В этом случае облегчается методика отыскания положения изображения, т. к. при выполнении работы ученик имеет дело не с множеством вертикальных линий сетки, когда его внимание рассеивается, а только с одним или двумя остриями. Далее, в работах вместо оптической скамьи можно использовать рейшину, что дает возможность, например, после сборки модели оптической трубы, направить ее на любой удаленный предмет и проверить правильность построения модели. Сборку моделей микроскопа и оптических труб можно проводить также упрощенно, без оптических скамей, непосредственно на лабораторных столах, что представляет несомненный интерес, а работа в этом случае не теряет методической ценности. Предварительно в классе рекомендуется проделать фронтальную лабораторную работу по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы по методу параллакса — это обеспечит в последующем более успешное выполнение сборки моделей микроскопа и трубы келлера. При этом работу по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы можно совместить с работой по сборке модели оптических труб в одно-двухчасовое занятие, а работа по сборке модели микроскопа вполне может быть проведена на фронтальных лабораторных занятиях в течение одного урока. Следует учесть, что при определении увеличения трубы могут встретиться некоторые трудности в совмещении изображений, видимых каждым глазом в отдельности. В этом случае от учеников требуется некоторая тренировка и настойчивость. Учитель вовремя должен помочь ученикам для того, чтобы у них не возникло чувства разочарования. Поэтому работу по сборке моделей оптических труб не следует поручать одновременно более, чем 3—4 звеньям, при 2—3 учениках в каждом звене.

Работу «Сборка и установка моделей двухтрубного и трехтрубного спектроскопа» следует проводить на кружковых занятиях.

* * *

Использование книги «Практические работы по определению показателей преломления» в средней школе.

При изучении показателей преломления вещества в средней школе нужно обратить внимание на то, что различают абсолютный и относительный показатели преломления вещества.

Можно с уверенностью сказать, что в любой средней школе, независимо от того в каком состоянии находится ее физический кабинет, исходя из программы средней школы, можно провести одну из работ по определению показателя преломления рекомендованных нами на фронтальных занятиях и несколько работ предложить в качестве работ практикума.

Т. Н. Богданова¹ (6) и Р. Г. Говоркян² (7) рекомендуют поставить прозрачный плоский предмет в фокусе собирающей линзы и наблюдать его в оптическую трубу. Зная главное фокусное расстояние собирающей линзы и ее радиус кривизны, можно определить показатель преломления вещества линзы. Эти работы могут быть рекомендованы как работы практикума. В качестве оптической трубы можно использовать зрительную трубу школьного спектроскопа.

Работа по определению показателя преломления жидкости при помощи погружения в нее собирающей линзы, предложенная впервые С. И. Вавиловым и описанная Е. К. Андреевым³ (8) может быть рекомендована, как одна из работ практикума. Ее можно предлагать на кружковых занятиях.

В ряде работ Т. Н. Богданова (6) использовала свойство смещения изображения по отношению предмета, если предмет наблюдается через оптически более плотную среду. На это свойство в книгах по физике для средней школы составлено ряд задач. Одну из этих работ полезно предлагать учащимся на практикуме.

Работы, предложенные А. А. Бытеевым⁴ (9) основаны на определении показателя преломления по измерению углового смещения луча при его прохождении через плоскопараллельную пластинку. Могут быть предложены учащимся как фронтальные лабораторные работы. Ученики в состоянии их выполнить с оформлением отчета за один урок. К выполнению работы нужно тщательно подготовить учащихся на предыдущем уроке. Работу по определению показателя преломления кубика

¹ Т. Н. Богданова, Е. П. Субботина, Руководство к практическим занятиям по физике, ч. I, М., Советская наука, 1949 (6).

² Р. Г. Говоркян, Проект типовой физической лаборатории, М., Советская наука, 1949 (7).

³ Е. К. Андреев и др., Описание лабораторных работ по физике, ч. II, М., 1943 (8).

⁴ А. А. Бытеев, Лабораторные работы по физике, Журнал Физика в школе, № 2, 1957 (9).

по способу Кеплера следует рекомендовать как домашнюю или одну из работ на кружковых занятиях.

Работа по определению показателя преломления жидкости на приборе Ньютона, описанная в руководстве (3), является одной из характерных работ, предлагаемых на кружковых занятиях. Ученики делают установку и проводят опыты при помощи этой установки.

Работу по определению показателя преломления стеклянной призмы при помощи гониометра¹ (10) нельзя рекомендовать для проведения в средней школе, т. к. для ее выполнения необходимо иметь дорогостоящие и мало доступные для школы гониометры. Однако учитель физики должен рассказать ученикам об определении показателя преломления призмы при помощи гониометра, т. к. этот метод является одним из самых совершенных способов определения показателя преломления.

Работу по определению показателя преломления стекла при помощи шайбы Гартля лучше всего проводить на уроке в качестве демонстрации, хотя не исключена возможность использования ее в качестве одной из работ практикума.

Работы основанные на определении показателя преломления на основании полного отражения и описанные в пособиях (3, 6) можно использовать на кружковых занятиях или на практикуме. Работа по определению зависимости показателя преломления от концентрации раствора методом полного отражения была впервые предложена С. И. Князевым (1, 7). В этой работе рассматриваются как законы отражения, так и законы полного отражения. Для ее выполнения можно использовать собирающую линзу с фокусным расстоянием 7—15 см, плоскопараллельное стекло, источником света может служить осветитель с лампочкой от карманного фонаря или обычная лампа накаливания, для измерения толщины стекла — микрометр, а для определения диаметра светлого кольца — циркуль и миллиметровая линейка.

По нашему мнению рефрактометры, которые используются в этих работах² (6, 11) следует применять для проведения практических работ в средней школе по двум причинам. Во-первых, учеников средней школы необходимо знакомить не только с дедовскими способами измерения тех или иных величин, но и современными методами их измерения на приборах,

¹ А. Г. Белянкин и др., Физический практикум по оптике, М., Гостехтеоретиздат, 1953, (10).

² А. И. Шугар, Избранные задачи лабораторного практикума по физике, М., 1949 (11).

применяющихся в заводских и научно-исследовательских лабораториях или на самом производстве. Во-вторых, бурно развивающаяся промышленность измерительных приборов позволяет обеспечить средние школы указанными приборами, кроме того рефрактометры можно получить средним школам в близлежащих вузах, на заводах, в научно-исследовательских институтах, в которых эти приборы имеются в избытке.

*
*
*

Использование книги «Практические работы по фотометрии по изучению плоских и сферических зеркал, линз, глаза и оптических систем» в средней школе.

В книге представлены работы по геометрической оптике, кроме того описываются устройство и принцип действия некоторых оптических приборов. Рассматриваются вопросы фотометрии, исследования плоских и сферических зеркал, линз и оптических систем. Ряд работ посвящен изучению глаза.

Работу по изучению освещенности с помощью фотоэлемента, описанную в руководстве (2), следует проводить как одну из работ практикума. Эта работа является вполне современной по изучению законов освещенности, т. к. для ее выполнения применяется селеновый фотоэлемент. Для выполнения работы достаточно двухчасового занятия.

Работы, связанные с измерением освещенности, имеют большой практический интерес и могут быть вполне использованы на кружковых занятиях в средней школе. Здесь же сами ученики должны смонтировать описанные установки. Оборудование к этим работам и методика их проведения частично описаны Н. А. Ремизовым¹ (12).

Работу по определению силы света лампочки накаливания и изучение ее светового поля при помощи фотометра, подробно описанную А. Н. Зильберманом² (13), можно проводить как работу практикума взамен работы 1. Эту работу можно проводить не только с фотометром Луммера-Бродхуна, но и со школьным фотометром.

Работа по определению коэффициента отражения от поверхности при помощи фотометра и определению коэффициента поглощения среды при помощи фотометра Жоли, соответственно описанные А. Г. Белянкиным (10) и Н. И. Худоноговой³ (14) следует выполнять на кружковых занятиях.

¹ Н. А. Ремизов, Практикум по физике, М., Медгиз, 1948 (12).

² А. Н. Зильберман и др., Лабораторные работы по физике, М., Учпедгиз, 1938 (13).

³ Н. И. Худоногова, Пособие к лабораторным занятиям по физике, Л., 1940 (14).

Работу по определению силы света, удельной мощности и яркости лампы дневного света при помощи фотометра Луммера-Бродхуна, следует рекомендовать как работу физического практикума. Эта работа особенно ценна потому, что люминесцентные лампы в настоящее время приобрели большое практическое значение. Вместо фотометра Луммера-Бродхуна вполне можно использовать школьный фотометр или селеновый фотоэлемент.

Работа по изучению законов отражения света от плоских зеркал, описанная А. А. Покровским (2) может быть применена в качестве демонстрации на уроке с помощью шайбы Гартля или прибора для изучения законов оптики.

Работа по изучению количества изображений предмета от угла между двумя плоскими зеркалами, описанная Д. Д. Галаниным (3) может быть предложена в качестве кружковой работы как в средней, так и в восьмилетней школе.

Работу по определению главного фокусного расстояния вогнутого сферического зеркала объективным методом, описанную А. Н. Зильберманом (13), можно ставить как одну из работ практикума совместно с работой по определению главного фокусного расстояния вогнутого зеркала при мнимом изображении объекта по методу отсутствия параллакса. Эта работа впервые была предложена С. И. Князевым (18). Обе работы дополняют друг друга. Если в первой работе используется метод светящегося предмета и экрана и получается действительное изображение, то во второй работе применяется метод отсутствия параллакса и рассматривается случай мнимого изображения предмета. Для выполнения обеих работ достаточно одного двухчасового занятия.

Работа по определению главного фокусного расстояния вогнутого зеркала при помощи собирающей линзы по методу отсутствия параллакса может быть предложена на кружковых занятиях с целью углублений знаний по оптике, полученных на уроке. Работа была впервые поставлена С. И. Князевым (18). В работе перед вогнутым зеркалом между плюсом и главным фокусным расстоянием зеркала устанавливается острие. Тогда на основании известных формул для фокусного расстояния вогнутого зеркала и собирающей линзы можно определить фокусное расстояние вогнутого зеркала.

Работа по определению радиуса кривизны вогнутого зеркала по методу Кольрауша может быть поставлена совместно с работой по определению радиуса кривизны плоско-выпуклой. Обе работы впервые описаны Т. Н. Богдановой (6). Для выполнения работ нужны два точечных источника света.

та, сферические зеркала и оптическая труба, например, зрительная труба от школьного спектроскопа. Для выполнения обеих работ необходимо двухчасовое занятие, с условием, если установка уже настроена. Эти работы можно ставить на практикуме или давать в качестве одной из кружковых работ.

Работа по определению главного фокусного расстояния выпуклого зеркала по методу отсутствия параллакса впервые поставлена С. И. Князевым (18) и может быть предложена ученикам средней школы, как одна из фронтальных работ. Для ее выполнения необходимо не более одного урока при условии, если ученики предварительно проделали хотя бы одну работу по методу отсутствия параллакса.

Работа по определению главного фокусного расстояния выпуклого зеркала при помощи собирающей линзы по методу отсутствия параллакса может предлагаться на кружковых занятиях с целью углубления знаний по оптике, полученных на уроках по физике. Эта работа впервые предложена С. И. Князевым (18).

По разделу «Изучение линзы» для учеников средних школ следует предложить работу по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы по расстоянию ее до объекта и до его изображения и по методу перемещения линзы. Имеется много способов определения главного фокусного расстояния собирающей линзы, однако последний метод является наиболее точным и применяется в заводских условиях для определения фокусного расстояния линз. Работу можно также выполнять по методу отсутствия параллакса. В этом случае светящийся предмет и экран заменяются двумя остриями. Эта работа является классической работой средней школы. Она описана А. А. Покровским (2) и С. И. Князевым (18) применительно для средней школы. Работу следует проводить одновременно на одном уроке по методу светящегося предмета и экрана и по методу отсутствия параллакса.

Работы по определению главного фокусного расстояния собирающей линзы по методу Гримзеля, определению главного фокусного расстояния лупы при помощи плоского зеркала и собирающей линзы нужно проводить по методу отсутствия параллакса. Последняя работа впервые предложена С. И. Князевым (18).

Для определения фокусного расстояния рассеивающей линзы можно предложить способ собирающей линзы, способ Гримзеля, способ параллельных лучей, способ оптической трубы. Однако все эти методы являются косвенными. В работе по определению главного фокусного расстояния рассеиваю-

шей линзы при помощи собирающей линзы С. И. Князев (18) впервые применил метод отсутствия параллакса. В этом случае вместо светящегося предмета и экрана применяется два острия. В работе по определению главного фокусного расстояния рассеивающей линзы по методу Гримзеля С. И. Князевым так же впервые применены вместо светящегося предмета и экрана два острия. По нашему мнению фокусное расстояние рассеивающей линзы при проведении лабораторных работ в средней школе следует определять по методу отсутствия параллакса по книге С. И. Князева (16) работа 5, т. к. в этом случае непосредственно измеряются расстояния от предмета до линзы и от изображения до линзы.

Работу по определению главного фокусного расстояния рассеивающей линзы по методу Гримзеля и работу по определению главного фокусного расстояния рассеивающей линзы по методу параллельных лучей целесообразно предлагать на кружковых занятиях или в качестве демонстрации на уроках физики. Работа описана Д. Д. Галаниным (3), а С. И. Князевым она дополнена (18).

Работу по определению главного фокусного расстояния рассеивающей линзы при помощи оптической трубы можно ставить как одну из работ практикума. Для выполнения этой работы необходим светящийся или хорошо освещенный предмет, вспомогательная собирающая линза и зрительная труба от школьного спектроскопа.

Работа по определению увеличения объектива и работа по определению диаметров входного и выходного зрачков и светосилы объектива при помощи отсчетного микроскопа могут быть использованы учителем с целью определению параметров объективов, имеющихся в физическом кабинете. Эти работы впервые описал С. И. Князев (18).

Из раздела погрешности или аберрации оптических систем учащимся средней школы можно предложить работу по изучению сферической аберрации на шайбе Гартля и работу по изучению сферической и хроматической аберрации линз на оптической скамье. Первая из работ может быть использована для демонстрационных целей или на кружковых занятиях, вторую работу совместно с первой можно поставить в качестве одной из работ практикума. Работа описана К. П. Яковлевым¹ (15), для ее выполнения достаточно двухчасового занятия.

Работы по изучению глаза могут быть использованы учителем физики в качестве дополнительного материала при про-

¹ К. П. Яковлев, Физический практикум, ч. II, М., Гостехиздат, 1949 (15).

ведении уроков. Следует отметить, что на основании таблицы для испытания глаза на остроту зрения или знака Ландольта учитель физики может определить остроту зрения учащихся и правильно рассадить по партам, порекомендовать ученикам с ненормальным зрением приобрести соответствующие очки. Этим самым учитель физики принесет большую пользу ученикам, окажет влияние на повышение успеваемости не только по физике, но и по другим предметам. Учителю следует помнить, что нормальный глаз должен хорошо различать на расстоянии 5 м диаметры колец и букв, если они видны под углом в 5^1 , разрезы в кольцах и толщину линий, образующих буквы и промежутки между буквами, если они видны под углом в 1^1 .

Из раздела: «Изучение оптических приборов» следует остановиться на работе по определению расстояния наилучшего зрения глаза и увеличения лупы, на работе по определению увеличения лупы по величине предмета и его изображения, на работе по определению поля зрения лупы. Ученики могут выполнить все три работы на практикуме за двухчасовое занятие. По найденному расстоянию наилучшего зрения можно объективно установить остроту зрения того или иного учащегося.

Работу по определению светосилы, угла поля зрения и глубины резкости объектива фотоаппарата вполне можно предлагать как одну из работ практикума. Ее можно выполнить за двухчасовое занятие. Эта работа описана Д. Д. Галаниным (3).

Работы по изучению фотографического процесса следует давать на фотокружке. Эти работы имеют большое познавательное значение, способствуют привитию учащимся навыков, необходимых в их повседневной жизни.

Работу по сборке модели проекционного фонаря следует проводить в качестве демонстрации или на кружковых занятиях. Эта работа описана А. А. Покровским (2).

Работу на построение хода лучей в микроскопе при помощи прибора для изучения законов оптики можно демонстрировать на уроках физики во время изучения устройства микроскопа.

Работы посвящены определению увеличения микроскопа. Одну из этих работ можно предлагать как одну из работ практикума. Для выполнения работы достаточно одного часа вместе с ее оформлением.

Работа по определению цены деления окулярного микрометра и отчетного микроскопа имеет большое практическое

значение, т. к. она позволяет научить учеников определять размеры маленьких предметов. Эта работа может быть поставлена как одна из работ практикума. Для ее выполнения необходимо не более одного часа. За двухчасовое занятие она может быть выполнена совместно с одной из работ по определению увеличения микроскопа. Эта работа описана Н. И. Романцовым¹ (16).

Работу на построение хода лучей в оптических трубах при помощи прибора для изучения законов оптики можно использовать в качестве демонстрации. Эта работа впервые описана С. И. Князевым (18).

Работу по определению увеличения и поля зрения оптической трубы можно предлагать как одну из работ практикума. Однако ее не следует давать больше, чем двум-трем звеньям, т. к. при ее проведении учитель сам должен научить учеников совмещать число делений видимых в трубу с определенным числом делений видимых невооруженным глазом. Эта работа описана А. Г. Белянкиным (10) и может быть выполнена за двухчасовое занятие.

Работа по сборке призматического монокуляра и определению его увеличения может быть предложена учащимся на кружковых занятиях. Эта работа полезна для учеников средней школы, т. к. они во время сборки прибора сами знакомятся с отдельными его частями и принципом действия прибора в целом. Эта работа описана А. А. Пакровским и Б. С. Зворыкиным (5).

* * *

Изложенное дает основание сделать следующие выводы:

1 Книги «Физический практикум по оптике» часть I, «Практические работы по определению показателей преломления», «Практические работы по фотометрии по изучению плоских и сферических зеркал, линз, глаза и оптических систем», являются обобщением работы многих средних школ Советского Союза, ими пользуются ряд учителей средних школ страны.

2. В книги и в ряд статей вошли оригинальные исследования автора по определению фокусных расстояний линз, сферических зеркал и оптических систем по методу отсутствия параллакса («Физический практикум по оптике» часть I, работы 1—9; «Практические работы по фотометрии, по изучению плоских и сферических зеркал, линз, глаза и оптических систем» (работы 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 24). Для проведения

¹ И. И. Романцов, Руководство к лабораторным занятиям по физике, М., 1941. (16).

указанных работ разработано специальное оборудование. В книге «Практические работы по определению показателей преломления» описаны так же оригинальные работы по определению показателей преломления, поставленные автором (работы 13 и 16).

3. Практические работы по геометрической оптике применяются в средней школе в виде демонстраций, фронтальных лабораторных занятий кратковременных и длительных работ практикума, на кружковых занятиях и в виде домашних заданий. В работе даны рекомендации по использованию в средней школе большого числа работ, входящих в книги, показано, что можно проводить практические занятия при любой материальной базе и состоянии физического кабинета в средней школе.

4. В работе описывается опыт проведения двух видов практикума по геометрической оптике в средней школе.

5. Автор выступал с сообщениями об основных результатах исследования на IV, V, VII, VIII, IX конференциях преподавателей физики и методики физики пединститутов Сибири и Урала в г. Свердловске в 1961 году, в г. Новосибирске в 1962 году в г. Перми в 1963 г., в г. Челябинске, в 1964 г. в г. Иркутске, в 1965 г. в г. Свердловске в 1966 г., на московских научно-методических конференциях 1961, 1962 и 1964 гг. при МГУ и МОПИ, на научно-методической конференции во Владимирском пединституте в 1965 г.

* * *

Вопросы методики и организации практических работ по геометрической оптике в средних школах рассматриваются диссертантом и в ряде других его работ, которые он не включил в число представленных к защите. К ним относятся:

1. Определение фокусного расстояния линзы по способу параллакса, журнал «Физика в школе», № 1, 1957 г.
2. Замечания по прибору для изучения законов оптики, журнал «Физика в школе», № 1, 1959.
3. Некоторые практические работы по геометрической оптике с применением метода параллакса (пособие для учителей физики восьмилетних и средних школ, Свердловский институт усовершенствования учителей, 1959. (С. П. Л.)
4. Авторское свидетельство на техническое усовершенствование. Набор для сборки моделей оптических приборов и определения фокусного расстояния сферических зеркал и линз, № 249 от 7-го марта, 1960.

5. Из опыта внеклассной работы по оптике с учащимися 10 классов средней школы, сборник «Техническое творчество пионеров и школьников Свердловск. обл.», Изд. СЮТ, Свердловск, 1960.
6. Возможности расширения применения малого и большого набора линз и зеркал (производство Главучтехпрома) в кабинетах физики средней школы, сборник «Тезисы докладов на зональной научно-методической конференции преподавателей физики и общетехнических дисциплин педагогических институтов Урала и Сибири», Свердловск, 1961.
7. Определение показателя преломления вещества, журнал «Физика в школе», № 4, 1962.
8. Из опыта проведения практикума по оптике в 10 кл., средней школы, «Тезисы докладов на VI зональной научно-методической конференции», Пермь, 1963.
9. Применение метода отсутствия параллакса при проведении лабораторных работ по оптике в средней школе, «Тезисы докладов на VI зональной научно-методической конференции», Пермь, 1963.
10. Набор для сборки оптических приборов и определению сферических зеркал и линз, сборник статей «В помощь учителю физики» г. Свердловск, Средне-Уральское книжн. изд-во, 1964.
11. Удостоверение на рационализаторское предложение: «Набор больших линз и зеркал», № 474 от 29 июля, 1964.
12. Удостоверение на рационализаторское предложение: «Комплект деталей к набору больших линз и зеркал» для самодельного изготовления в школах», № 474/7-26 от 28 ноября 1964.
13. Вычисление погрешностей при выполнении практических работ по физике в средней школе, «Материалы VII зональной научно-методической конференции 25—29 мая 1964, г. Челябинск, Южно-Уральское книжное издательство, г. Челябинск, 1964.
14. Из опыта проведения практикума по оптике, Сборник «В помощь учителю физики», г. Пермь, Пермское книжное издательство, 1964 г.
15. Из опыта проведения курсов повышения квалификации учителей физики средних школ в Уральском государственном университете имени А. М. Горького, Тезисы докладов зональной научно-методической конференции по вопросам преподавания методики физики в пед. вузах, г. Владимир, 1965.

16. Физический практикум по оптике, ч. I, Свердловск, 1959. (5. п. л.)
17. Физический практикум по оптике, ч. 2, Свердловск, 1962. (10. п. л.)
18. Физический практикум по оптике, ч. 3, Свердловск, 1962. (28 п. л.)
19. Оптический способ установки плоских зеркал, журнал «Измерительная техника», № 8 за 1963.
20. Определение показателей преломления жидких и твердых тел, журнал «Заводская лаборатория», № 9, за 1963.
21. Способ демонстрации полного отражения и определения показателей преломления жидких и твердых тел, книга «Методика и техника лекционных демонстраций», изд. МГУ, 1964.
22. Оптический способ настройки вогнутых сферических зеркал, журнал «Измерительная техника» № 5, 1966.
23. Совместно с Н. Я. Казанцевым. Руководство к решению задач по физике. Свердловск, 1966.

БФ 15136. 27.1.67 г.

Заказ 348—150

Киевская тип. № 4, ул. Жданова, 25.