

спорта методика, базирующаяся на адекватном подборе средств, методов и условий психолого-педагогической подготовки, позволяет формировать, развивать и совершенствовать эмоциональную устойчивость тяжелоатлетов в соответствии с их индивидуально-психологическими особенностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин, Е. П. Эмоции и чувства / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2002. – 752 с.
2. Заика, В.М. Технология формирования соревновательной надежности в процессе психолого-педагогической подготовки: монография / В.М. Заика; Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Брест: БрГУ, 2016. – 209 с.
3. Аболин, Л. М. Психологические механизмы эмоциональной устойчивости человека / Л. М. Аболин. – Казань : КГУ, 1987. – 262 с.
4. Заика, В. М. Эмоциональная устойчивость как важное профессиональное качество спортсменов-тяжелоатлетов / В. М. Заика, М. Н. Рабиковский, В. Д. Короткин, В. Е. Шершуков // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды [Электронный ресурс] : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию факультета физической культуры УО «Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины» (Гомель, 10–12 окт. 2019 г.) ; редкол. : Г. И. Нарский [и др.]. – Электрон. текст. дан. (6,05 МБ). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2019. – С. 171–175.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ TO THE QUESTION OF THE FORMATION OF METROLOGICAL LITERACY OF STUDENTS OF MEDICAL PHYSICS

Е. В. Кемеш, Н. В. Пушкарев
E. Kemesh, N. Pushkarev

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
kemesh.jenya@gmail.com
Belarusian State University, ISEI BSU
Minsk, Republic of Belarus*

В работе представлен пробный опыт самостоятельной постановки лабораторных исследований студентом в рамках учебного процесса, начиная с формулировки целей задания, выбора средств для его реализации, структурирования этапов работы, разработки персональной методической инструкции, проведения измерений и заканчивая обработкой полученных результатов.

The paper presents the trial experience of the student independently setting up laboratory research as part of the educational process, starting with the statement of the objectives of the assignment, the selection of means for its implementation, the structuring of the stages of work, the development of personal methodological instructions, the measurement and processing of the results.

Ключевые слова: медицинская физика, рефрактометр.

Keywords: medical physics, refractometer.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-1-159-162>

Большую роль в подготовке специалистов в области медицинской физики играет формирование у них метрологической грамотности. Достижению этой цели способствуют, прежде всего, решаемые задачи в условиях стандартных учебных лабораторий, сопровождающих базовые естественно-научные дисциплины. Здесь студенты осваивают начальные, элементарные навыки обращения с простейшими измерительными инструментами, знакомятся с их точностью, методами прямых и косвенных измерений и оценкой их погрешностей.

Приобретенный таким образом стартовый измерительный опыт в дальнейшем должен обогатиться в процессе работы обучающихся при выполнении исследовательских заданий с использованием более сложного экспериментального оборудования. В этих условиях, кроме измерительных навыков, потребуется развитие умения формулировки цели, планирования и реализации исследований, интерпретации полученных данных и оценка не только качества результатов измерений, но и степени достоверности избранного метода исследований.

Осознавая важность подготовки будущих специалистов к «встрече» с современными технологиями и сложным оборудованием медицинской физики, при кафедре общей и медицинской физики в рамках физического

лабораторного практикума в настоящее время проводится работа по постепенному внедрению экспериментальных заданий, соответствующих, хотя бы в первом приближении, статусу исследовательских.

В качестве иллюстрации к сказанному рассмотрим структуру классической работы, посвященной исследованию растворов рефрактометрическим методом.

Вначале преподавателем формулируются различные возможные варианты заданий, например:

1. Изучить устройство и принципы работы рефрактометра, исследовать зависимости показателя преломления раствора от его концентрации, ознакомиться с некоторыми методами исследования и анализа вещества, основанными на измерении его показателя преломления.

2. Произвести проверку аддитивности молекулярной рефракции и определения ожидаемых показателей преломления вещества, для чего:

- а) измерить показатели преломления прозрачных веществ (например, воды, глицерина, спирта и др.);
- б) рассчитать их молекулярные рефракции и т.д.

Студенту предлагается самостоятельно, с учетом своих предпочтений сделать выбор задания и, в случае необходимости, переформулировать его, ориентируясь на отведенное время выполнения работы.

Кроме того, ему предлагается определить и перечень средств, необходимых для достижения цели, а именно, к используемому в работе рефрактометру подобрать исследуемые растворы и вспомогательные принадлежности для обслуживания прибора (например, вату или бинт для протирки призм рефрактометра и др.).

В рамках настоящего исследования студентом были сформулированы цели, определен перечень средств для их достижения и предварительно проведено структурирование этапов выполнения задания, фактически явившее персональную методическую инструкцию самостоятельно разработанной лабораторной работы. Ниже приводятся полученные результаты.

Цель работы:

1. Изучить физические законы отражения и преломления света на границе раздела двух сред.

2. Приобрести начальные умения работы с рефрактометром: измерить показатель преломления и концентрацию раствора.

Приборы и принадлежности: рефрактометр ИРФ-454Б2М, исследуемые растворы (сыворотка крови человека), фланель, вата, спирт, пластмассовая трубка.

После изучения необходимых теоретических сведений, знакомства с прибором для достижения вышеупомянутых целей было принято решение выделить в разрабатываемом руководстве три раздела: теоретическое введение, экспериментальная установка и оборудование, порядок выполнения работы.

Поскольку принцип действия рефрактометра основан на оптических явлениях, в теоретическом введении прописаны законы отражения и преломления вместе с некоторыми выводами, необходимыми для понимания его работы с физической точки зрения.

Главное, что подчеркивается в этом разделе:

1. Если луч света падает из оптически менее плотной в оптически более плотную среду, то при этом

$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} > 1$ (рис. 1а.), то угол преломления γ будет меньше угла падения α ($\gamma < \alpha$). При увеличении угла падения до значения $\alpha = 90^\circ$, когда падающий луч становится скользким, (луч 4, рис. 1а.) достигается предельное значение угла преломления $\gamma_{пр}$. Поэтому при наблюдении границы раздела со стороны второй среды под углом падения, равным предельному, имеет место граница между светом и тенью

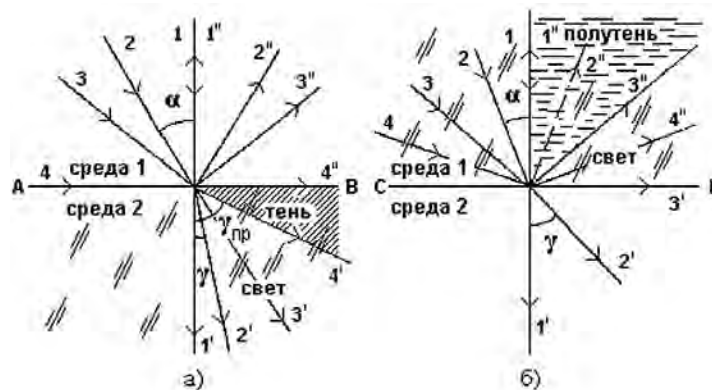


Рисунок 1 – Ход лучей на границе раздела двух сред

2. Если свет падает из оптически более плотной в оптически менее плотную среду, т.е. $n_2 < n_1$ или $n_{21} < 1$, то $\alpha < \gamma$ (рис. 1б). В этом случае при увеличении угла α , преломлённый луч становится скользким при некотором предельном угле падения $\alpha_{пр}$. При $\alpha > \alpha_{пр}$ свет не проникает во вторую среду, а полностью отражается от границы раздела, т.е. наступает полное внутреннее отражение света. Значение предельного угла падения можно найти из закона преломления, положив в нём $\sin \gamma = \sin 90^\circ = 1$. Таким образом, при $\alpha < \alpha_{пр}$ свет частично отражается и частично преломляется, а при $\alpha > \alpha_{пр}$ полностью отражается от границы раздела. Поэтому при наблюдении

отражённого света под углами, большими предельного, будет наблюдаться освещенное поле, а под углами, меньшими предельного – полутень.

Следующая часть руководства – «Экспериментальная установка и оборудование» подробно описывает измерительный прибор – рефрактометр ИРФ-454БМ. На этом этапе работы был описан общий вид рефрактометра со всеми элементами управления. Помимо этого, была рассмотрена принципиальная схема расположения всех внутренних элементов прибора и проведен анализ их основных функций. Для большей наглядности в руководство внесены изображения рефрактометра ИРФ-454БМ, его оптическая схема, а также принципиальная схема работы прибора с соответствующими подписями на изображениях всех элементов.

Подчеркиваются следующие главные моменты второго раздела:

1. Принцип действия рефрактометра основан на явлении полного внутреннего отражения при прохождении светом границы раздела двух сред с разными показателями преломления. Измерения проводят при дневном свете или при включенном осветителе в проходящем через прозрачную исследуемую среду свете или в отраженном свете, когда исследуемая среда существенно поглощает или рассеивает свет.

2. Основными элементами управления рефрактометром ИРФ-454БМ являются: маховик устранения окрашенности и маховик перемещения границы света и тени.

Третий раздел содержит три подпункта:

- a) проверка калибровки рефрактометра,
- b) определение общего содержания белка в сыворотке крови,
- c) обработка результатов.

Далее представлен фрагмент третьего раздела - «Порядок выполнения работы». Он написан на основании паспорта прибора [1] с адаптацией к решаемым задачам. Пункты порядка работы содержат пометки о деталях, которые необходимо соблюдать, чтобы корректно провести измерение и последующий анализ данных.

Приводится подробный порядок выполнения работы, который носит универсальный характер, пригодный при решении сходных рефрактометрических задач.

Проверка калибровки спектрометра:

1. Откройте верхнюю камеру рефрактометрического блока, промойте дистиллированной водой поверхности измерительной и осветительной призм и насухо вытрите их чистой тканью (батистом). При этом не прилагайте усилий. Если призмы остались грязными, протрите их со спиртом.

2. Нанесите концом пластмассовой трубки на плоскость измерительной призмы несколько капель дистиллированной воды так, чтобы она покрыла всю плоскость призмы, и закройте камеру.

3. Включите осветитель в сеть и установите его так, чтобы свет падал на входное окно осветительной призмы. Если на улице достаточно света, то можно использовать её в качестве источника освещения.

4. Откройте зеркало и добейтесь хорошего освещения шкалы, которая наблюдается в окуляре.

5. Настройте резкость окуляра на перекрестии, путем поворота по- или против часовой стрелки.

6. Вращением маховика введите в поле зрения окуляра границу света и тени.

7. Устраните окрашенность границы света и тени вращением маховика дисперсионного компенсатора и добейтесь максимального контрастной границы света и тени.

8. Совместите границу света и тени с перекрестием и по шкале, цена деления которой $1 \cdot 10^{-3}$, снимите отсчет показателя преломления дистиллированной воды, на уровне резкой границы света и тени.

9. Снимите показания термометра.

10. Протрите призмы рефрактометра батистом.

Определение общего содержания белка в сыворотке крови:

1. Нанесите на плоскость измерительной призмы 2-3 капли сыворотки крови и закройте рефрактометрический блок.

2. Вращением маховика введите в поле зрения окуляра границу света и тени.

3. Устраните окрашенность границы света и тени вращением маховика дисперсионного компенсатора и добейтесь максимального контрастной границы света и тени.

4. Совместите границу света и тени с перекрестием. По шкале снимите отсчет показателя преломления сыворотки крови. Занесите данный в таблицу 1.

5. Зафиксируйте показания термометра.

6. Для расчета средней дисперсии снимите показания со шкалы, расположенной на маховике дисперсионного компенсатора.

Мерой дисперсии помещенного на призму образца служит поворот одной призмы компенсатора относительно другой, осуществляемый маховиком. Шкала разделена на 120 частей от 0 до 60 в обе стороны. Десятые доли деления брать по нониусу. При повороте маховика на 360 градусов окрашенность границы светотени устраняется дважды. Эти данные назовите буквой Z.

7. Вращая маховик дисперсионного компенсатора в другую сторону, также добейтесь полного обесцвечивания и снимите показания с маховика.

8. Проведите операцию 7 и 5 еще 8 раз (в итоге, 5 пар по 2 значения).

9. После измерения, промокните призмы ватой, а остатки протрите батистом со спиртом.

Обработка результатов:

1. Для измеренных показателей преломления внесите поправки на температуру. Если температура в камере во время исследования не соответствует 20 °С, то вводят поправку 0,0001 на каждый градус: в случае низкой температуры поправку вычитают, при более высокой — прибавляют.

2. Посчитайте среднее значение $\langle Z \rangle$ путем подсчета общего среднего значения среди всех измерений $Z_{кр}$ и $Z_{ч}$.

3. Для определения средней дисперсии из приложения 1 [1] найдите значения коэффициентов А и В. Так как значения n_D даны через 0,01, то величины А и В для промежуточных значений определите интерполяцией.

4. С помощью приложения 2 [1] определите величину σ . Для промежуточных значений Z определите σ интерполяцией.

5. Расчет средней дисперсии определяется по формуле:

$$n_F - n_C = A + B\sigma \quad (1)$$

6. Определите содержание белка в сыворотке крови по посчитанным значениям показателя преломления с учетом дисперсии с помощью приложения 3 [2].

7. Оформите работу и сделайте выводы.

В соответствии с вышеуказанной инструкцией было проведено исследование сыворотки крови человека на общее содержание белка. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание белка в сыворотке крови

№ п/п	Показатель преломления n_D	Температура $T, ^\circ\text{C}$	Показатель преломления n_D с поправкой на температуру	$Z_{кр}$	$Z_{ч}$	$\langle Z \rangle$	$n_F - n_C$	Содержание белка в сыворотке крови, г/л
1	1,348	22,3	1,3482	41,1	41,3	41,2	0,01466	71,5
2				41,3	41,0			
3				41,5	41,0			
4				41,3	41,0			
5				41,4	41,0			

Средняя дисперсия будет определяться по формуле 1:

$$n_F - n_C = A + B\sigma = 0,02368 - 0,03132 * 0,554 = 0,014657$$

Измеренное содержание белка в сыворотке крови находится в допустимых пределах (64-83 г/л) [3], что подтверждает правильность работы. Поставленная цель достигнута.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при соответствующей метрологической грамотности студент способен выполнять работы не только по готовым методическим пособиям, но и при четкой формулировке задания преподавателем, самостоятельно разобраться в вопросе, вплоть до написания персональной методической инструкции и ее реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации РЕФРАКТОМЕТР ИРФ-454 Б2М.
2. Определение общего белка в сыворотке крови рефрактометрическим методом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myzooplanet.ru>. – Дата доступа: 24.02.2020.
3. Общий белок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medlabtest.ua>. – Дата доступа: 26.02.2020.
4. Лабораторные занятия по физике : учеб. пособие для физ. спец. Вузов / Л. Л. Гольдин, Ф. Ф. Игошин, С. М. Козели и др. – М. : Наука, 1983. – 704 с.
5. Савельев, И. В. Курс общей физики / И. В. Савельев – т.2 – М. Наука, 1978. – 431 с.