

**Государственный Медицинский и Фармацевтический Университет
«Николае Тестемицану»
Кафедра Медицинской физиологии и биофизики**

ЛАБОРАТОРНАЯ ТЕТРАДЬ ПО БИОФИЗИКЕ

Имя и фамилия студента _____

Номер группы _____

Кишинёв

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И СЕМИНАРОВ

1. Тетрадь печатается и переплетается по евростандарту (первая страница прозрачная, последняя – непрозрачная).
2. Тетрадь заполняется синими или фиолетовыми чернилами, в отведённых местах для вычислений и текста.
3. Рисунки выполняются простым или цветным карандашом/ цветной ручкой, с использованием линейки, транспортира или циркуля, при необходимости. Все элементы должны быть описаны и оформлены согласно учебнику.
4. Формулы записываются с указанием каждой физической величины и соответствующей единицы измерения.
5. Таблицы заполняются значениями в соответствии с единицами измерения, указанными в заголовке.
6. Вычисления выполняются с обязательным указанием единиц измерения для всех используемых физических величин.
7. Графики строятся на миллиметровой бумаге простым карандашом и необходимыми инструментами, чтобы они имели чёткий, точный и научный вид.
8. Каждая ось на графике подписывается названием физической величины и соответствующей единицей измерения.
9. Погрешности вычисляются в соответствии с формулами из тетради (см. ниже), с соблюдением единиц измерения.
10. Выводы должны отражать практические наблюдения эксперимента и, при необходимости, интерпретацию полученного результата.

Теория расчёта погрешностей

Математическая обработка экспериментальных данных

Регистрация количественной информации о различных величинах, характеризующих исследуемые явления в разных областях, включая медицину и биологию, осуществляется с помощью определённых практических процедур, называемых измерением.

Результат измерения случайной величины зависит от множества факторов и может сопровождаться погрешностями, происхождение которых весьма различно.

Под погрешностью измерения понимается разность между точным (истинным) значением величины и значением, полученным экспериментально.

Основные источники погрешностей могут быть:

- средства измерений — инструментальные погрешности;
- используемые методы — методические погрешности;
- влияние внешних факторов — температура, влажность, вибрации, электрическое и магнитное поля и т. п.;
- сам экспериментатор — личные погрешности (зависящие от профессионального уровня, внимательности, остроты зрения и т. д.).

Из-за возможных погрешностей измерений, упомянутых выше, при многократном выполнении опыта возникают флуктуации статистического характера. Поскольку истинное значение исследуемой величины не может быть известно, возникает необходимость математического расчёта, чтобы указать интервал, в котором распределены значения экспериментальных определений, и точность, с которой были выполнены измерения.

Будем обозначать через X истинное значение величины, через x — значение, измеренное прибором, и через n — число измерений, выполненных в одинаковых условиях.

Если число измерений велико, значением, наиболее близким к истинному с определённой степенью точности, считается **арифметическое среднее**. Оно равно сумме всех полученных значений, делённой на число определений, и вычисляется по соотношению:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

Или в обобщенном виде — соотношение:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

Для оценки степени **разброса**, упомянутой выше, для каждого измерения определяют индивидуальное отклонение A , также называемое кажущейся погрешностью:

$$A_1 = x_1 - \bar{x}; \quad A_2 = x_2 - \bar{x}; \quad \dots \quad A_n = x_n - \bar{x}$$

В общем виде индивидуальное отклонение задаётся соотношением:

$$A_i = x_i - \bar{x} \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

Средняя абсолютная погрешность получается как сумма модулей индивидуальных отклонений от арифметического среднего, делённая на число измерений.

$$\bar{A} = \frac{|A_1| + |A_2| + |A_3| + \dots + |A_n|}{n} \quad (4)$$

Или в общем виде:

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n |A_i|}{n} \quad (5)$$

Относительная погрешность может быть получена в случае числа измерений n путём вычисления отношения между средней абсолютной погрешностью и средним значением измеряемой величины.

$$\varepsilon = \frac{\bar{A}}{\bar{x}} \text{ sau } \varepsilon = \frac{\bar{A}}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (6)$$

В практике измерений относительная погрешность выступает как эталон без единицы измерения, который нормализует отклонение относительно масштаба определяемой величины. Благодаря такой нормализации результаты становятся сопоставимыми между различными экспериментами, приборами с разной разрешающей способностью или даже при использовании различных единиц измерения.

ТЕМА3: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ.

Цель работы:

Определение коэффициента вязкости относительным методом (с использованием вискозиметра Оствальда) и применение вискозиметрии в медицинской практике.

Теоретические основы:

1. Изобразите схему прибора, используемого в эксперименте.

2. Укажите рабочую формулу для относительного метода.

3. Объясните каждый параметр в рабочей формуле и укажите единицы измерения в системе СИ:

Ход работы:

4. Заполните таблицу:

№ опыта	η_0, сП	ρ_0, г/см³	ρ, г/см³	t_0, с	t, с	η, сП	η, Па·с
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 20 lines visible. The paper appears to be a standard notebook page or a sheet of stationery.

[illegible]

7. Выводы.

Проверочные задания

1. В чём заключается разница между прямым методом и относительным методом определения коэффициента вязкости?
2. Какой тип течения (ламинарное или турбулентное) наблюдается в эксперименте и как это влияет на измерение вязкости?
3. Как влияют плотность и время истечения жидкости на величину коэффициента вязкости?

Лабораторная тетрадь по биофизике

4. В каких медицинских или биологических контекстах важно измерение вязкости крови и других биологических жидкостей?
5. Как может изменяться вязкость жидкости в зависимости от температуры и почему этот аспект важен в медицине?

ТЕМА 11: УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ЭФФЕКТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ.

Цель работы:

Изучение методов излучения и приёма ультразвука с их применением в медицинской практике.

Теоретические основы:

1. Представьте схемы генерации и приёма ультразвука.

2. Опишите демонстрации, наблюдаемые в эксперименте.

[illegible]

Проверочные задания

1. Каков метод наблюдения превращения механических (звуковых) колебаний в электромагнитные колебания?
2. В чём разница между преобразователем, используемым при приёме и при излучении ультразвука?
3. Каков метод передачи ультразвуковых колебаний в медицинский раствор?
4. Каков эффект передачи ультразвука в медицинский раствор?
5. Как работает пьезоэлектрический преобразователь и какую роль он играет в генерации ультразвука?

**ТЕМА 4: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА
ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ
ЖИДКОСТЕЙ.**

Цель работы:

Изучение явления поверхностного натяжения с использованием прямого метода и значение поверхностного натяжения в медицинской практике.

Теоретические основы:

Определение коэффициента поверхностного натяжения прямым методом.

1. Представьте схему установки согласно учебнику (отрыв кольца или пластинки).

2. Укажите рабочие формулы:

3. Объясните каждый параметр в рабочей формуле и укажите единицы измерения в системе СИ:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

7. Постройте график зависимости коэффициента поверхностного натяжения от концентрации и определите концентрацию неизвестного раствора.

8. ВЫВОДЫ.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Проверочные задания

1. Какие факторы влияют на величину коэффициента поверхностного натяжения?
2. Как применяется метод кольца для определения силы поверхностного натяжения?
3. Каково значение графика $\sigma = f(C)$ и как интерпретируется неизвестная концентрация?
4. Как переводятся единицы из дин/см в Н/м и почему эта конверсия важна?
5. Какие медицинские последствия имеет поверхностное натяжение в таких процессах, как газовая эмболия?

ТЕМА 8: ОСМОТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КЛЕТКЕ.

Цель работы:

Изучение явлений тургесценции и плазмолиза с оценкой размеров клеток с помощью микроскопа и ознакомление с биологическими и медицинскими аспектами осмотического давления.

Теоретические основы:

1. Представьте схему клеточной структуры в различных средах.

Ход работы:

2. Вставьте полученные фотоснимки после помещения растительного образца в гипертонический и гипотонический раствор.

3. Заполните таблицу:

Номер клетки	Гипотоническая среда		Гипертоническая среда	
	Продольный размер (μm)	Поперечный размер (μm)	Продольный размер (μm)	Поперечный размер (μm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Ср. зна- чение				

4. Выводы.

[illegible]

Проверочные задания

1. Как различается поведение клеток в гипотонической и гипертонической среде?
2. Какие формулы используются для расчёта осмотического давления и как они применяются на практике?
3. Какую роль играет полупроницаемая мембрана в процессе осмоса?
4. Как интерпретировать изменения размеров клеток в зависимости от гипотонической и гипертонической среды?
5. Какие клинические применения имеют явления плазмолиза и тургесценции?

ТЕМА 13: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ИОНОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.

Цель работы:

Изучение явления электрофореза методом пористой среды с определением подвижности ионов Cu^{2+} и Fe^{3+} .

Теоретические основы:

1. Представьте схему экспериментальной установки электрофоретической камеры.

2. Укажите рабочую формулу:

3. Объясните каждый параметр в рабочей формуле и укажите единицы измерения в системе СИ:

2 опыта	Ионы	U, V
---------	------	------

[illegible]

5. Выводы.

Проверочные задания

1. Каково влияние времени миграции на подвижность ионов?
2. Как рассчитывается подвижность ионов и какие единицы используются в СИ?
3. Какие силы действуют на ионы в электрическом поле и как они уравниваются?
4. Какие различия возникают между подвижностью ионов Cu^{2+} и Fe^{3+} и как это объясняется?
5. Какие применения имеет электрофорез в лабораторной медицине (например, анализ сыворотки крови)?

**ТЕМА 21: СПЕКТРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И ПОГЛОШЕНИЯ.
СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ.**

Цель работы:

Изучение дисперсии света, наблюдение спектров излучения различных источников и изучение значения спектрального анализа в медицинской практике.

Теоретические основы:

1. Представьте схему хода лучей через оптическую призму.

Ход работы:

2. Заполните таблицу:

№ опыта	Эталонный источник света	Цвет излучения	Длина волны (нм)	Показания шкалы (градусы)
1.	кварцевая лампа	фиолетовый	408	
2.		голубой	436	
3.		зеленый	546	
4.		желтый	577	
5.		желтый	579	
6.		красный	623	
7		темно-красный	691	

5. Выводы.

Проверочные задания

1. Как можно визуально определить спектральные линии и какую информацию дают наблюдаемые цвета?
2. Какова взаимосвязь между длиной волны и частотой наблюдаемого светового излучения?
3. Какие медицинские или биологические применения имеет спектральный анализ?

ТЕМА 25: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ И ЭНЕРГИИ КВАНТА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Цель работы:

Изучение конструкции и принципа работы He-Ne лазера с наблюдением дифракции пучка и определением длины волны, частоты и энергии излучаемых квантов, применяемых в медицине.

Теоретические основы:

1. Представьте схематически конструкцию лазера и схему дифракции лазерного пучка.

2. Определите рабочие формулы для лазерного излучения, длины волны:

3. Поясните каждый параметр в рабочей формуле и укажите единицы измерения в системе СИ:

№ опыта	n	L, см	S, см	d, мм	λ , нм	ν , Гц	E, Дж
1	1			0,01			
2	2			0,01			
3	3			0,01			
Средние значения							

[illegible]

6. Выводы.

Проверочные задания

1. Какие условия должны быть выполнены для получения лазерного излучения и как осуществляется инверсия населённостей?
2. Как определяется длина волны лазерного излучения с помощью дифракционной решётки и какие параметры измеряются в эксперименте?
3. Какова математическая связь между длиной волны, частотой и энергией кванта, и что представляет собой каждая физическая величина?
4. В чём заключаются различия между спонтанным и вынужденным излучением при генерации лазерного пучка?
5. Какие медико-биологические применения имеет лазерное излучение?

ТЕМА 28: ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ.

Цель работы:

Обнаружение ядерного излучения с использованием радиометра Б-4 и его применение в медицине.

Теоретические основы:

1. Представьте схемы детекторов ядерного излучения.:

Ход работы:**2. Заполните таблицы:****а) Определение радиоактивного фона:**

№ опыта	t, мин	N _f , имп	Радиоактивный фон $n_f = N_f/t$	
			(имп/мин)	мкКи
1				
2				
3				
4				
5				
Среднее значение				

б) определение активности радиоактивного препарата и поглощения излучения слоем воздуха в зависимости от толщины слоя:

№ опыта	Толщина воздушного слоя, d, см	t, мин	Количество импульсов, N	n имп/мин	Активность рад. препарата, $A = n - n_f$	
					имп/мин	мкКи
1	10					
2	20					
3	30					
4	40					
5	50					

в). определение активности радиоактивного препарата и исследование поглощающих свойств различных материалов:

№ опыта	Химический элемент	Толщина слоя, d, мм	t, мин	Количество импульсов, N	n, имп/мин	Активность рад. препарата, $A = n - n_f$	
						имп/мин	мкКи
1	Алюминий						
2	Железо						
3	Медь						
4	Свинец						
5	Просвинцованная резинка						

3. Постройте график зависимости активности препарата от толщины слоя воздуха.

4. ВЫВОДЫ.

[illegible]

Проверочные задания

1. Какие существуют типы ядерного излучения и какими различными свойствами они обладают (проникающая способность, ионизация)?
2. Какую информацию можно получить из формы графика радиоактивного фона и как интерпретируются его колебания?
3. Как определяется активность радиоактивного препарата и какая единица измерения используется в СИ и вне СИ?
4. Какую роль играет толщина слоя воздуха или других материалов в поглощении излучения и как этот эффект отражается на экспериментальных графиках?
5. Каковы практические и медицинские применения обнаружения ядерного излучения?

ТЕМА 22: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Цели работы:

Изучение явления поляризации света и его использование в конструкции и работе поляриметра для определения концентрации растворов, с практическими применениями в медицине.

Теоретические основы:

1. Представьте схематическую конструкцию поляриметра.

2. Определите рабочую формулу:

3. Объясните каждый параметр из рабочих формул и укажите единицы измерения в системе СИ:

Ход работы:

4. Заполните таблицу.

№ раствора	№ опыта	$l, м$	φ' , град	$\varphi = \varphi' - \varphi_0$, град	$[\alpha]$, град /%·м	C, %
1	1					
	2					
	3					
2	1					
	2					
	3					

5. Вычислите концентрации растворов и занесите значения в таблицу.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

1. Что такое поляризованный свет и как он получается экспериментально?
2. Как определяется угол вращения плоскости поляризации и какую роль он играет в расчёте концентрации растворов?
3. Какова математическая зависимость между удельным углом вращения, длиной слоя, концентрацией и общей ротацией?
4. Какую роль играют длина поляриметрической трубки и концентрация раствора в определении оптической активности?
5. Какие применения имеет поляриметрия в анализе оптически активных растворов?

ТЕМА 26: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОКРАШЕННЫХ РАСТВОРОМ ФОТОКОЛОРИМЕТРОМ

Цель работы:

Изучение поглощения света в окрашенных растворах и использование фотоколориметрического метода для определения концентрации, с применениями в медицине.

Теоретические основы:

1. Представьте схематическую конструкцию фотоколориметра.

Ход работы:

2. Заполните таблицу:

№ раствора	C, %	τ , %	D
1			
2			
3			
4			
5			
X ₁			
X ₂			

3. Постройте график зависимости коэффициента оптического пропускания τ от концентрации и определите концентрацию неизвестных растворов с по графику.

4. ВЫВОДЫ.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

Проверочные вопросы

1. Как подготовить и использовать фотокolorиметр в ходе лабораторной работы для определения концентрации растворов?
2. Как определяются коэффициент пропускания (трансмиссия) и оптическая плотность раствора, и каков их физический смысл?
3. Как применяется закон Бугера—Ламберта—Бера в лабораторном эксперименте и какую математическую зависимость он выражает?
4. Какую информацию можно извлечь из формы графика $\tau = f(C)$ и как определяются неизвестные концентрации?
5. Каковы приложения фотокolorиметрических методов в медицинской практике и биологических исследованиях?