

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и информационных технологий

**СПЕКТРОФОТОМЕТР «LEKI SS1104» КАК СРЕДСТВО
ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКИХ
ЖИДКОСТЕЙ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 143 группы
направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»,
профиля «Биомедицинская инженерия»,
факультета математики, экономики и информатики
Томилина Валерия Валерьевича

Научный руководитель
доцент кафедры ФиИТ,
кандидат технических наук,
доцент _____

(подпись, дата)

Н.Д. Гаврилов

Зав. кафедрой ФиИТ,
кандидат педагогических наук,
доцент _____

(подпись, дата)

Е.В.Сухорукова

Балашов 2016

ВВЕДЕНИЕ

Спектрофотометр – прибор для измерения зависимости коэффициента прохождения или отражения электромагнитного излучения оптического диапазона от длины волны. Спектрофотометр определяется количеством источников (одно – или двухлучевой спектрофотометр) и типом монохроматора – устройством для разложения исходного светового потока от источника с широким спектром, включающим весь рабочий диапазон прибора, на монохроматические составляющие определенной, в пределах точности прибора, длины волны. Например, сканирующий спектрофотометр для разложения исходного сигнала в спектр использует одну или несколько дифракционных решеток.

Область использования спектрофотометра очень широка. Специальный спектрофотометр используются в полиграфии и лакокрасочной промышленности. Военные, например, используют спектрофотометр для определения заметности военной формы в темное время суток, а производители солнцезащитных очков – для измерения ультрафиолета, проходящего через очки.

По результатам измерений, которые дает спектрофотометр, можно производить количественный или качественный анализ проб веществ, рассматривать кинетику химических реакций, исследовать процессы при различных заданных температурах. В фармацевтике спектрофотометр – совершенно необходимый прибор для входного и выходного контроля качества сырья и готовых фармацевтических препаратов, для количественного и качественного анализа на подлинность и определения фальсификаций лекарственных средств. При мониторинге окружающей среды спектрофотометр незаменим при выявлении наличия даже минимальных примесей, а в пищевой промышленности спектрофотометр используют для определения крепости спиртных напитков и спиртового сырья.

Одним из важных физических свойств жидкостей является коэффициент пропускания светового потока, который связан с такими физическими свойствами жидкости, как оптическая плотность и концентрация раствора. В

свою очередь на изменение коэффициентов пропускания светового потока серьезное влияние оказывает длина волны света.

Этим обосновывается **актуальность** темы ВКР «Спектрофотометр «ЛЕКИ SS1104» как средство исследования физических свойств биологических жидкостей».

Объектом исследований являются сложные растворы, представляющие смесь двух и более компонентов, а **предметом** – оценка степени влияния длины волны светового излучения на коэффициенты пропускания и оптическую плотность различных лечебных растворов.

Цель работы: проведение опыта по качественному анализу физических свойств лечебных жидкостей при воздействии на них светового излучения.

Задачи:

1. Рассмотреть сведения из теории растворов, изучающей вопросы растворимости различных компонентов в лечебных жидкостей.

2. Изучить методы анализа свойств жидкостей, включающие в себя способы, основанные на измерении коэффициентов пропускания и оптической плотности жидких лекарственных сред.

3. Обосновать исходные данные к проведению опыта и найти функции влияния длины волны на пропускную способность и оптическую плотность жидкостей.

4. Определить оптимальную область изменения длины волны, обеспечивающую наилучшие сочетания исследуемых параметров.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе установлено, что одним из важных физических свойств жидкости является коэффициент пропускания светового потока, который связан с такими физическими свойствами, как оптическая плотность и концентрация раствора и зависит от длины волны светового потока.

Лечебная жидкость, как и любая другая жидкая среда, наделена физическими свойствами, которые характеризуют ее с позиции вещества и пригодности к анализу качества.

К наиболее существенным свойствам относятся:

1. Коэффициент пропускания.
2. Оптическая плотность.
3. Коэффициент отражения.
4. Показатель поглощения.
5. Коэффициент рассеяния.

Коэффициент пропускания – это безразмерная физическая величина, равная отношению потока излучения Φ , прошедшего через среду, к потоку Φ_0 , упавшего на ее поверхность.

$$T = \frac{\Phi}{\Phi_0}. \quad (1)$$

Оптическая плотность – это мера ослабления света прозрачными объектами (такими, как кристаллы, стекла, фото пленка) или отражения света непрозрачными объектами (такими, как фотография, металлы и т.д.).

Вычисляется как десятичный логарифм отношения потока излучения, падающего на объект, к потоку излучения прошедшего через него (отразившегося от него), то есть это логарифм от величины, обратной к коэффициенту пропускания (отражения):

$$D = \lg \frac{\Phi_{IN}}{\Phi_{OUT}}. \quad (2)$$

Коэффициент отражения – это безразмерная физическая величина, характеризующая способность тела отражать падающее на него излучение.

Коэффициент зеркального отражения характеризует способность тел зеркально отражать падающее на них излучение. Численно определяется

отношением зеркально отраженного потока излучения Φ_R к падающему потоку:

$$\rho_R = \frac{\Phi_R}{\Phi_0}. \quad (3)$$

Коэффициент диффузного отражения $\rho_D(R_D)$ характеризует способность тел диффузно отражать падающее на них излучение. Количественно определяется отношением диффузно отраженного потока излучения Φ_D к падающему потоку:

$$\rho_D = \frac{\Phi_D}{\Phi_0}. \quad (4)$$

Коэффициент поглощения – безразмерная физическая величина, характеризующая способность тела поглощать падающее на него излучение. В качестве буквенного обозначения используется греческая буква α .

Численно коэффициент поглощения равен отношению потока излучения Φ , поглощенного телом, к потоку излучения Φ_0 , упавшего на тело.

$$\alpha = \frac{\Phi}{\Phi_0}. \quad (5)$$

Показатель поглощения – это величина, обратная расстоянию, на котором поток монохроматического излучения, образующего параллельный пучок, уменьшается в результате поглощения в среде в некоторое заранее оговоренное число раз. В принципиальном плане степень ослабления потока излучения в данном определении можно выбирать любой, однако в научно-технической, справочной и нормативной литературе и в целом на практике используются два значения степени ослабления: одно, равное 10, и другое, равное числу e (основание натурального логарифма).

Коэффициент рассеяния – безразмерная физическая величина, характеризующая способность тела рассеивать падающее на него излучение. В качестве буквенного обозначения используется греческая буква σ .

Численно коэффициент рассеяния равен отношению потока излучения Φ , рассеянного телом к потоку Φ_0 , упавшему на тело:

$$\sigma = \frac{\Phi}{\Phi_0}. \quad (6)$$

Во второй главе рассмотрена задача абсорбционной спектрометрии, которая является определением того, в какой степени образец пропускает свет определенной длины волны λ . Здесь же изучены количественный и качественный анализ веществ, при исследовании органических растворов.

Задачей абсорбционной спектрометрии является определение того, в какой степени образец пропускает свет определенной длины волны λ . Для упрощения и без применения специфических единиц измерения света обозначим интенсивность падающего света в точке $x=0$ как I_0 , а интенсивность в точке x – как I . Бугер в 1729 г. и Ламберт в 1760 г. установили, что ослабление света, проходящего через прозрачную среду, пропорционально интенсивности света I и толщине исследуемого образца dx закон Бугера - Ламберта:

$$dI = -I \cdot dx, \quad (7)$$

Способ идентификации органических соединений на основе метода высокоэффективной жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии заключается в том, что после хроматографического разделения веществ и ионизации электростатическим распылением при атмосферном давлении производят детектирование разделенных компонентов в режиме регистрации положительных и отрицательных ионов и выбирают режим детектирования по максимальной информативности. Затем измеряют спектр масс первой полярности и определяют вероятную молекулярную массу посредством распознавания аддуктор с учетом

возможного изотопного состава атомов, входящих в молекулу. Далее измеряют масс-спектры дочерних ионов. При этом на основании масс-спектра первой полярности и дочерних масс-спектров рассчитывают идентификационные коэффициенты. Затем сравнивают хроматографические параметры и результаты масс-спектрометрических измерений с данными библиотеки спектров масс известных веществ.

В третьей главе проведено исследование влияния длины волны видимого излучения на коэффициенты пропускания различных растворов.

В плане выполнения исследования опыт проводился с тремя различными по физическому составу жидкостями – раствор фурацилина, настойка календулы, настойка эвкалипта. Руководствуясь рекомендациями по эксплуатации прибора, значения длин волн задавались в пределах от 340 до 1000 нм с шагом 10 нм. Значения коэффициентов пропускания сначала были представлены в виде вариационного ряда, а затем в виде группированной выборки (таблица 1).

Таблица 1 - Результаты измерения коэффициентов пропускания различных жидкостей.

| № пп | Длина волны, нм | Пустая кювета | Раствор фурацилина | Настойка календулы | Настойка эвкалипта |
|------|-----------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 350 | 100 | 0,7 | 0,2 | 5,7 |
| 2 | 400 | 100 | 0,7 | 0,8 | 9,8 |
| 3 | 450 | 100 | 25,2 | 1,1 | 12,3 |
| 4 | 500 | 100 | 62,1 | 9,5 | 24,8 |
| 5 | 550 | 100 | 76,8 | 23,8 | 33,5 |
| 6 | 600 | 100 | 90,4 | 35,8 | 42,1 |
| 7 | 650 | 100 | 92,7 | 55,5 | 47,8 |
| 8 | 700 | 100 | 94,1 | 63,2 | 64,3 |
| 9 | 750 | 100 | 95,1 | 63,3 | 77,9 |
| 10 | 800 | 100 | 95,4 | 64,3 | 84,3 |
| 11 | 850 | 100 | 93,7 | 66,1 | 89,2 |
| 12 | 900 | 100 | 91,4 | 67,7 | 91,1 |
| 13 | 950 | 100 | 75,8 | 57,3 | 92,3 |
| 14 | 1000 | 100 | 64,6 | 49,8 | 93,1 |

Графическая иллюстрация влияния длины волны на коэффициенты пропускания для различных растворов приведена на рисунках 1 – 3.

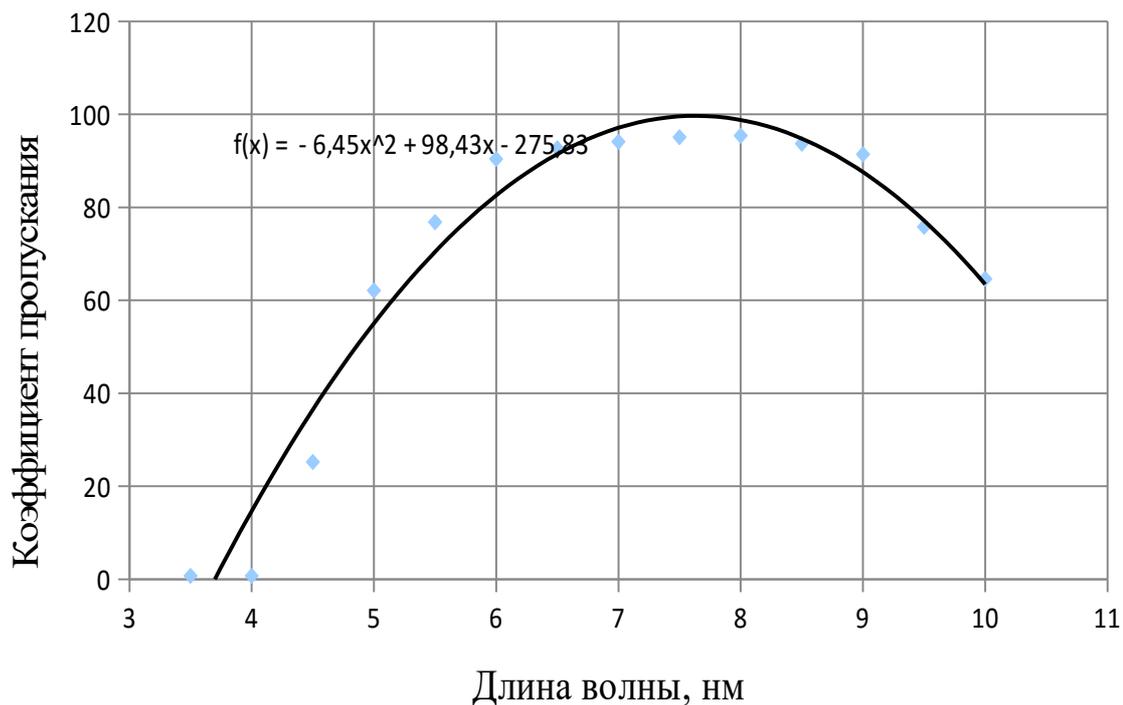


Рисунок 1 – Влияние длины волны на коэффициент пропускания раствора фурацилина, аппроксимированное квадратичной моделью.

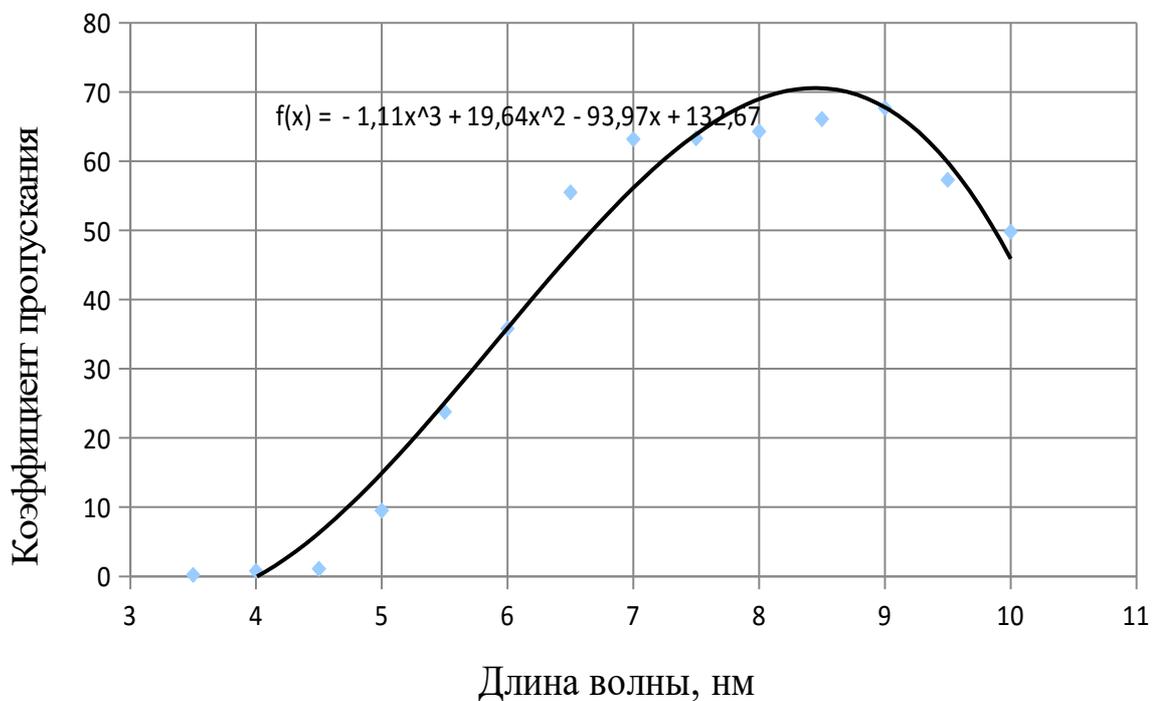


Рисунок 2 – Влияние длины волны на коэффициент пропускания раствора настойки календулы, аппроксимированное полиномом третьей степени.

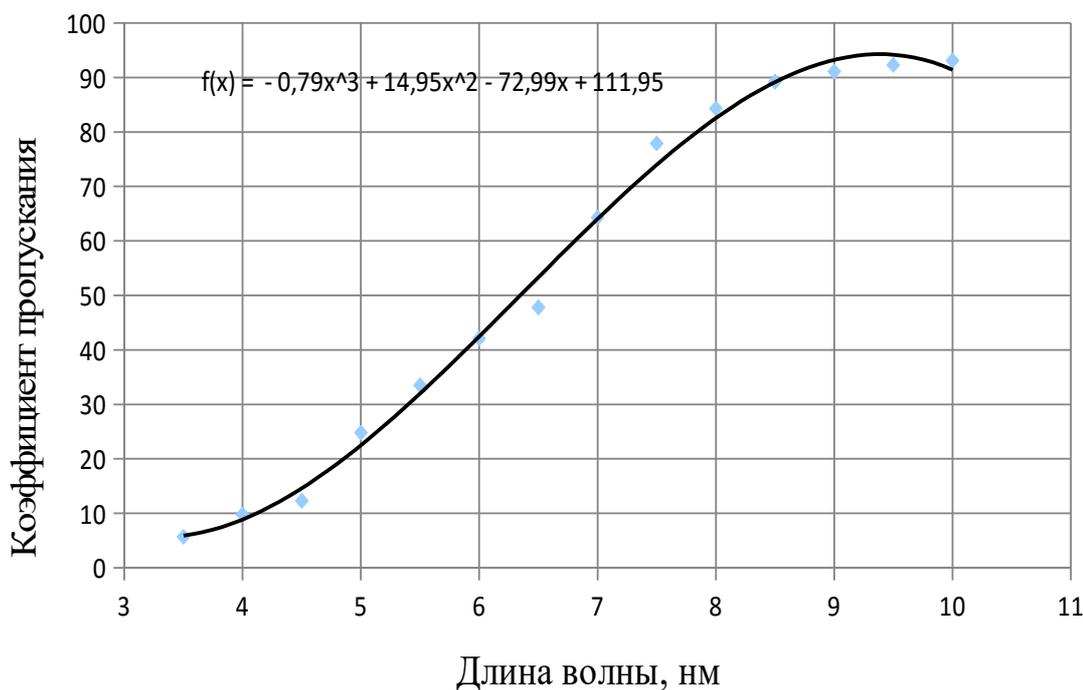


Рисунок 3 – Влияние длины волны на коэффициент пропускания раствора настойки эвкалипта, аппроксимированное полиномом третьей степени.

Как видно из графиков, влияние длины волны на коэффициенты пропускания раствора фурацилина точнее описывает квадратная модель, а для раствора настоек календулы и эвкалипта лучше подходят полиномиальные модели третьего порядка.

На графиках приведены также модели, описывающие поведение коэффициентов пропускания в зависимости от длины волны.

Для определения сходимости результатов экспериментальных зависимостей с полученными моделями был проведен расчет по этим моделям коэффициентов пропускания жидкостей и критериев согласия Пирсона (χ^2). Для проведенного опыта критическое значение критерия Пирсона составило значение $\chi^2=16,6$.

Окончательно найденные функции и значения критериев Пирсона имеют вид.

$Y = -6,4503 \cdot X^2 + 98,429 \cdot X - 275,83$, $\chi^2 = 0,056$ – для раствора фурацилина,
 $Y = -1,1111 \cdot X^3 + 19,64 \cdot X^2 - 03,971 \cdot X + 132,67$, $\chi^2 = 0,232$ – для раствора календулы,
 $Y = -0,7853 \cdot X^3 + 14,946 \cdot X^2 - 72,986 \cdot X + 111,95$, $\chi^2 = 0,336$ – для раствора эвкалипта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель ВКР была достигнута – проведен опыт по качественному анализу физических свойств лечебных жидкостей при воздействии на них светового излучения.

По итогам выполненной работы можно сформулировать следующие выводы, свидетельствующие о решении поставленных задач:

1. Рассмотрены сведения из теории растворов. изучающие вопросы растворимости различных компонентов в лечебных жидкостях.
2. Изучены методы анализа свойств жидкостей, включающие в себя способы, основанные на измерении коэффициентов пропускания и оптической плотности жидких лекарственных сред.
3. Обоснованы исходные данные к проведению опыта и найдены функции влияния длины волны на коэффициент пропускания и оптическую плотность жидкостей.
4. Определена оптимальная область изменения длины волны, обеспечивающая наилучшие сочетания исследуемых параметров.

Данная работа будет полезна студентам, обучающимся по направлению «Биотехнические системы и технологии», а также работникам медицинских учреждений, реализующим свою деятельность при анализе жидких сред.