

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

Кафедра физики и информационных технологий

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕЧЕБНЫХ
ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ СПЕКТРОФОТОМЕТРА
«LEKI SS – 1104»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 143 группы
направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»,
профиля «Биомедицинская инженерия»,
факультета математики, экономики и информатики
Разинкова Никиты Ивановича

Научный руководитель
доцент кафедры ФиИТ _____ А.С. Первушов
(подпись, дата)

Зав. кафедрой ФиИТ
кандидат педагогических наук,
доцент _____ Е.В.Сухорукова
(подпись, дата)

Балашов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Спектрофотометр – прибор измерения зависимости коэффициента отражения или прохождения 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, к примеру, применяют спектрофотометр для установления заметности армейской формы в ночное время, а изготовители солнцезащитных очков – для измерения ультрафиолета, проходящего через очки.

Согласно итогам замеров, которые выдаёт спектрофотометр, возможно осуществлять количественный или качественный анализ проб веществ, рассматривать кинетику химических реакций, изучать процессы при разных установленных температурах. В фармацевтике спектрофотометр – абсолютно нужный прибор для входного и выходного контролирования качества сырья и готовых фармацевтических препаратов, для количественного и качественного анализа на подлинность и установления фальсификаций лекарственных средств. При наблюдении окружающей среды спектрофотометр нужен при обнаружении присутствия даже минимальных примесей, а в пищевой промышленности спектрофотометр применяется для установления крепости спиртных напитков и спиртового сырья.

Одним из важных оптических свойств является коэффициент поглощения светового потока, который связан с такими оптическими

свойствами жидкости, как оптическая плотность и концентрация раствора. В свою очередь на изменение коэффициентов поглощения светового потока серьезное влияние оказывает длина волны света.

Этим обосновывается **актуальность** темы выпускной квалификационной работы «Исследование оптических свойств лечебных жидкостей при помощи спектрофотометра «LEKI SS1104»».

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

Цель работы: проведение анализа оптических свойств лечебных жидкостей при воздействии на них светового излучения.

Задачи:

1. Рассмотреть сведения из теории растворов, изучающей вопросы растворимости различных компонентов в лечебных жидкостях.
2. Изучить методы анализа свойств жидкостей, включающие в себя способы, основанные на измерении коэффициентов пропускания и оптической плотности жидких лекарственных сред.
3. Найти функции влияния длины волны на поглощательную способность и оптическую плотность жидкостей.
4. Определить оптимальную область изменения длины волны, обеспечивающую наилучшие сочетания исследуемых параметров.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассматриваются свойства лечебных жидкостей. Наиболее существенными свойствами являются: коэффициент поглощения, который в свою очередь подразделяется на десятичный и натуральный коэффициенты поглощения, коэффициент пропускания, оптическая плотность, коэффициент рассеяния и коэффициент ослабления.

Коэффициентом поглощения является величина, противоположная расстоянию, на котором поток монохроматического излучения, образующего параллельный пучок, снижается в следствии поглощения в среде в определенное, предварительно оговоренное, число раз. В принципиальном плане степень ослабления потока излучения в данном определении возможно выбирать любой, но в научно-технической, справочной и нормативной литературе и в целом на практике применяются два значения степени ослабления: одно, равное 10, и другое, равное числу e , основание натурального логарифма.

Если в определении показателя поглощения степень ослабления выбрана равной 10, то получающийся в результате коэффициент поглощения называют десятичным.

При использовании в определении коэффициента поглощения числа e получают коэффициент поглощения', называемый натуральным.

Коэффициент пропускания – безразмерная физическая величина, которая равна отношению потока излучения, прошедшего через среду, к потоку, упавшего на ее поверхность. Значение коэффициента пропускания тела зависит от самого тела, от угла падения, спектрального состава и поляризации излучения.

Оптическая плотность – мера ослабления света прозрачными объектами (такими, как кристаллы, стекла, фотопленка) либо отражения света непрозрачными объектами (такими, как фотография, металлы и т.д.). С оптической плотностью тесно связаны данные характеристики, как коэффициенты отражения, поглощения и рассеяния.

Коэффициент рассеяния – определяется как физическая величина не имеющая размера, описывающая способность тела разбрасывать падающее на него световое излучение. В качестве буквенного представления используется греческая буква σ

Сумма коэффициентов рассеяния, поглощения, пропускания и отражения равна единице. Это утверждение является следствием закона сохранения энергии.

Коэффициент ослабления – это безразмерная физическая величина, характеризующая степень уменьшения мощности излучения после прохождения им некоторого расстояния в среде или в результате отражения от границы раздела двух сред

В общем случае значение коэффициента ослабления тела зависит как от свойств самого тела, так и от угла падения, спектрального состава и поляризации излучения.

Вторая глава посвящена оптическим принципам спектрофотометрии, наиболее известные методы исследования оптических свойств жидких растворов, а также количественным и качественным анализам веществ.

С целью качественного и количественного исследований, применяют оптические визуальные и фотометрические технические средства, которые, в свою очередь, используются для регистрации колориметрических, поляриметрических и других световых характеристик, различных растворов, суспензий и эмульсий: колориметры, фотоколориметры, нефелометры, поляриметры, фотометры, спектрофотометры и др. Для установления светопоглощения в разных участках светового диапазона, используют такие технические средства, как колориметры. Визуальные колориметры допускают исследователю произвести сравнение проходящего через изучаемый световой поток с эталоном в определенном световом спектре, подбирая наиболее похожий по окраске эталон, определяют концентрацию данного вещества в пробе.

Широкое использование спектрофотометра нашло свое применение в количественном или качественном анализе веществ. При исследовании образца материала, в частности раствора. Подобные спектрофотометры, в данном случае LEKI SS1104, обнаруживают электромагнитную энергию, в большинстве случаев световую энергию, на определенной длине волны либо

на другой волне, вследствие взаимодействия с исследуемым образцом, помещенным в держатель образца, такой как ячейка или кювета. Описанный выше спектрофотометр имеет несколько режимов исследования веществ такие, как пропускания, отражения и поглощения, а также может содержать монохроматром с диспергирующим элементом или может, например, быть сконфигурирован в виде интерферометра, такого как интерферометр Фурье-спектрометра.

Установлено, что для количественного и качественного исследования свойств жидкостей используют оптические визуальные и фотометрические технические средства: колориметры, фотоколориметры, нефелометры, поляриметры, фотометры, спектрофотометры и др.

Определено, что среди методов, используемых для анализа лекарственных растворов, наибольшую известность получили: определение температур плавления, затвердевания, определение плотности, вязкости и растворимости жидких лекарственных сред.

Среди рассмотренных приборов, используемых для анализа лекарственных растворов, широкое применение нашли спектрофотометры, позволяющие обнаруживать электромагнитную энергию.

В третьей главе проводился эксперимент по исследованию оптических свойств лечебных жидкостей при помощи спектрофотометра. В плане выполнения исследования опыт проводился с тремя различными по оптическому составу жидкостями – раствор фурацилина, раствор марганцовокислого калия, настойка эвкалипта.

Руководствуясь рекомендациями по эксплуатации прибора, значения длин волн задавались в пределах от 340 до 1000 нм с шагом 10 нм.

Значения коэффициентов поглощения сначала были представлены в виде вариационного ряда, а затем в виде группированной выборки.

Таблица 2 - Результаты измерения коэффициентов поглощения различных жидкостей.

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

Дальнейшим этапом явилось получение функций, описывающих поведение коэффициентов поглощения в зависимости от длины волны.

В качестве таких функций строились следующие статистические модели: квадратичная, полином третьей степени, степенная и экспоненциальная, которые в общем случае имеют вид:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 - \text{квадратичная,}$$

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X^3 - \text{полином третьей степени,}$$

$$Y = a_0 \cdot X^{a_1} - \text{степенная,}$$

$$Y = a_0 \cdot e^{a_1 x} - \text{экспоненциальная.}$$

В этих моделях a_0, a_1, a_2, a_3 – искомые постоянные коэффициенты,

Y – исследуемая величина (коэффициенты поглощения), а X – влияющий параметр (в нашем случае – длина волны λ).

После проведения расчета коэффициентов моделей, искомые функции описывающие изменение коэффициентов поглощения раствора фурацилина

были найдены в виде.

$Y = -275,83 + 98,429 \cdot X - 6,4503 \cdot X^2$ – квадратичная функция,

$Y = -289,38 + 105,21 \cdot X - 7,5118 \cdot X^2 + 0,0524 \cdot X^3$ – полином третьей степени

$Y_3 = 11,82X^{0,6497}$ – степенная функция,

$Y_4 = 15,305 \cdot e^{0,1214 \cdot X}$ – экспоненциальная функция.

Полученные четыре модели являются функциональными зависимостями, описывающими изменение коэффициентов поглощения от длины волны λ .

Графическая иллюстрация изменения коэффициентов поглощения, в зависимости от длины волны для раствора фурацилина приведена на рисунках 6 и 7.

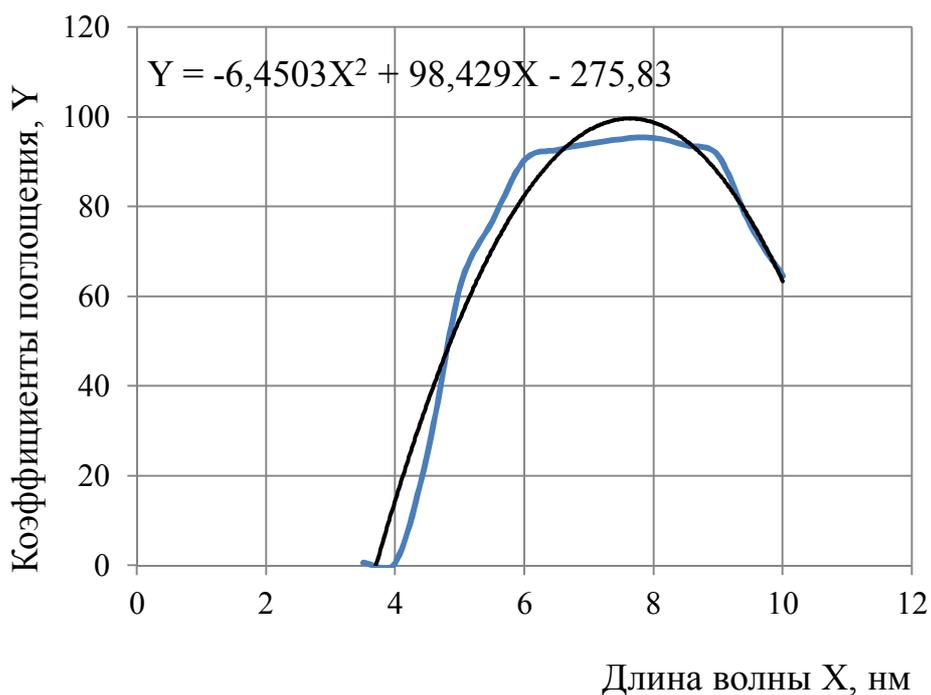


Рисунок 6 – Изменение коэффициентов поглощения в зависимости от длины волны, аппроксимированное квадратичной моделью

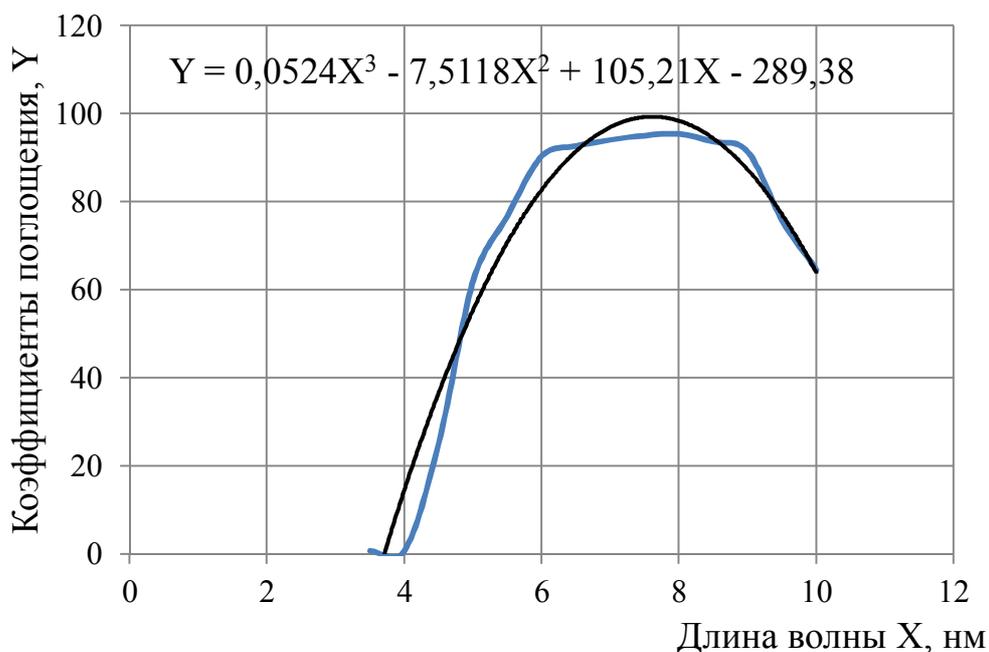


Рисунок 7 – Изменение коэффициентов поглощения в зависимости от длины волны, аппроксимированное полиномом третьей степени

По аналогии были найдены функции описывающие коэффициенты поглощения в зависимости от длины волны для растворов марганцовокислого калия и эвкалипта.

Для поиска оптимальных пределов изменения значений длины волны использовались известные методы математического анализа и в частности – исследование функции на экстремум, позволяющее с определенной долей точности вычислить оптимальные пределы изменения функции.

В основу расчета был положен метод вычисления кривизны кривой функции, продолжением которого является нахождение тех границ, в рамках которых исследуемая функция имеет максимальную кривизну. Границы, отделяющие этот участок от приближенной линейности, являются пределами активного роста функции и представляют собой определенный оптимум ее изменения.

Кривизна кривой вычислялась по известной формуле.

$$K = \frac{|Y''|}{[1 + (Y')^2]^{1,5}} \quad (53)$$

где Y' – первая производная от исследуемой функции;

Y'' – вторая производная от исследуемой функции.

Графическая иллюстрация построенных функций приведена на рисунках 10 и 11.

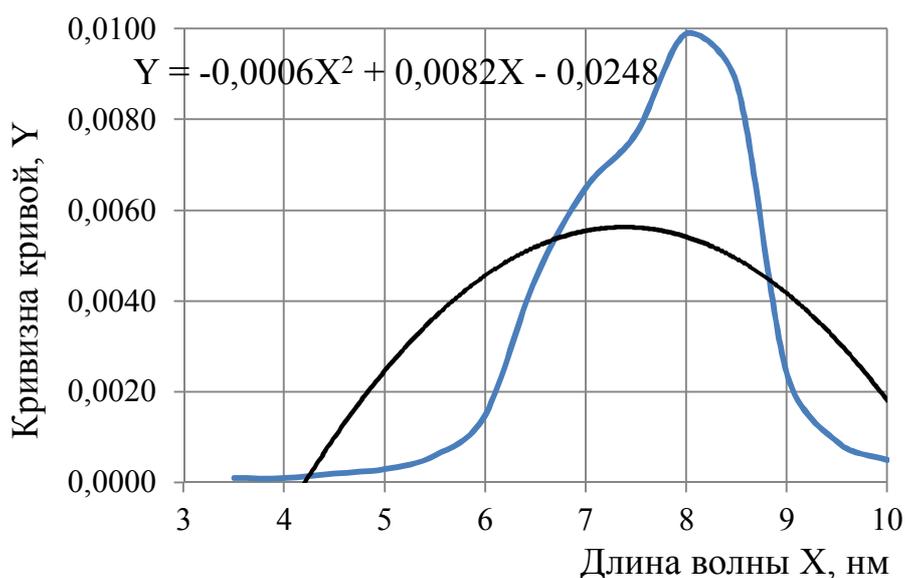


Рисунок 10 – Аппроксимация кривизны кривой квадратичной функцией

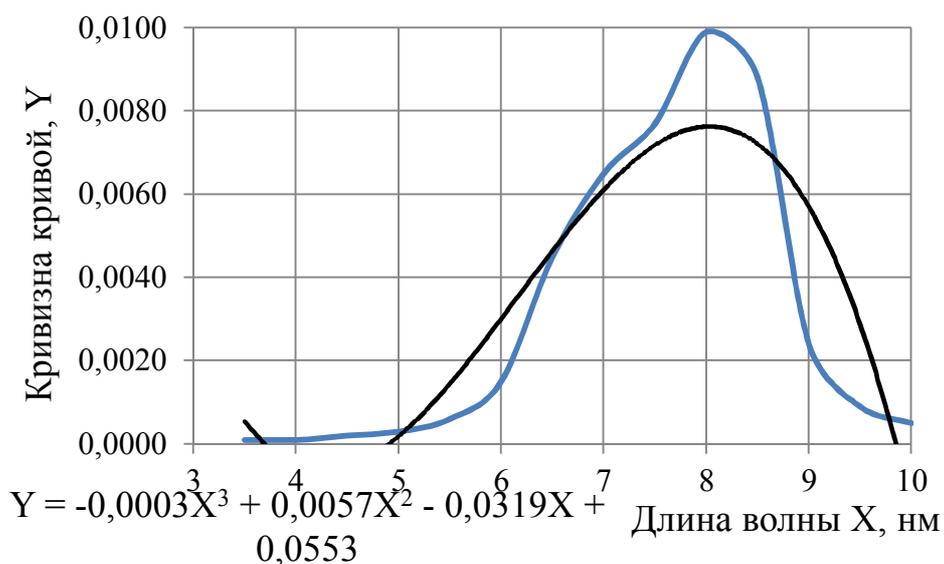


Рисунок 11 – Аппроксимация кривизны кривой полиномом третьей степени

Анализ графических иллюстраций и данных таблицы позволяет установить, что для коэффициентов поглощения раствора фурацилина точки пересечения квадратичной функции принадлежат значениям длины волны $X_{MIN} = 6,75 \cdot 10^2$ нм и $X_{MAX} = 8,85 \cdot 10^2$ нм . а полинома третьей степени – $X_{MIN} = 6,65 \cdot 10^2$ нм и $X_{MAX} = 8,83 \cdot 10^2$ нм .

Как видно, эти значения достаточно близки друг к другу, поэтому, применяя усреднение этих значений, нетрудно установить границы оптимальной области изменения длины волны светового излучения $\lambda_{MIN} = 6,7 \cdot 10^2$ нм и $\lambda_{MAX} = 8,84 \cdot 10^2$ нм .

Аналогичным образом проводились исследования влияния длины волны λ на коэффициенты поглощения раствора марганцовокислого калия и настойки эвкалипта, а также на оптическую плотность принятых к исследованию жидкостей.

Изучены наиболее практикуемые методы обработки экспериментальных данных такие, как графический способ, способ средних, метод наименьших квадратов, интерполяция функций.

Определено, что наиболее приемлемым способом для получения искомых моделей в работе применим метод наименьших квадратов как один из наиболее наглядных и доступных методов обработки опытных данных.

Получены функции, описывающие поведение значений площади поля зрения в зависимости от диаметра и индекса яркости светового стимула, среди которых наилучшую сходимость обеспечивают полиномы третьей степени.

Проведена оптимизация значений диаметров и индексов яркости светового стимула, определяющая наилучшие сочетания регулируемых параметров

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы была достигнута основная цель, а именно проведен анализ по качественному анализу физических свойств лечебных жидкостей при воздействии на них светового излучения.

Выполнены поставленные задачи:

- Рассмотрены сведения из теории растворов, изучающие вопросы растворимости различных компонентов в лечебных жидкостях.
- Изучены методы анализа свойств жидкостей, включающие в себя способы, основанные на измерении коэффициентов пропускания и оптической плотности жидких лекарственных сред.
- Найдены функции влияния длины волны на пропускную способность и оптическую плотность жидкостей.
- Определена оптимальная область изменения длины волны, обеспечивающая наилучшие сочетания исследуемых параметров.

Работа будет полезна студентам, обучающимся по направлению «Биотехнические системы и технологии» и медицинским работникам.