

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА»

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОВ
И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА

Диффузия в водно-спиртовых растворах этанола и изопропанола

Шевченко Кристина Евгеньевна

4 курс

Научный руководитель

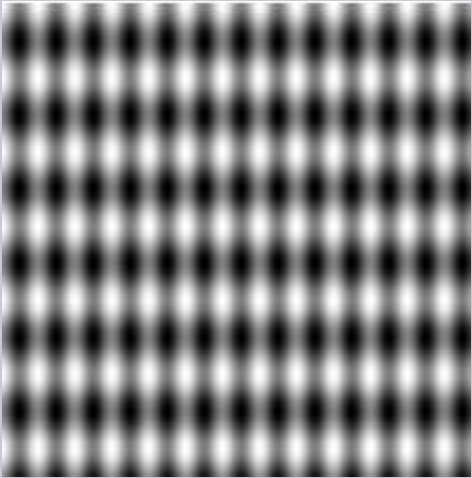
К.ф.-м.н., ассистент Ю. Ю. Плаксина

Исследуем водно-спиртовые растворы с помощью создания градиента концентраций в системе.

Предварительные эксперименты показали, что при создании сильных градиентов концентраций в системе могут возникать долгоживущие скачки показателя преломления, что, скорее всего, свидетельствует о **наличии внутри раствора адсорбционных слоев**.

В данном исследовании используется метод "фурье-фонов" как модификация теневого фонового метода:

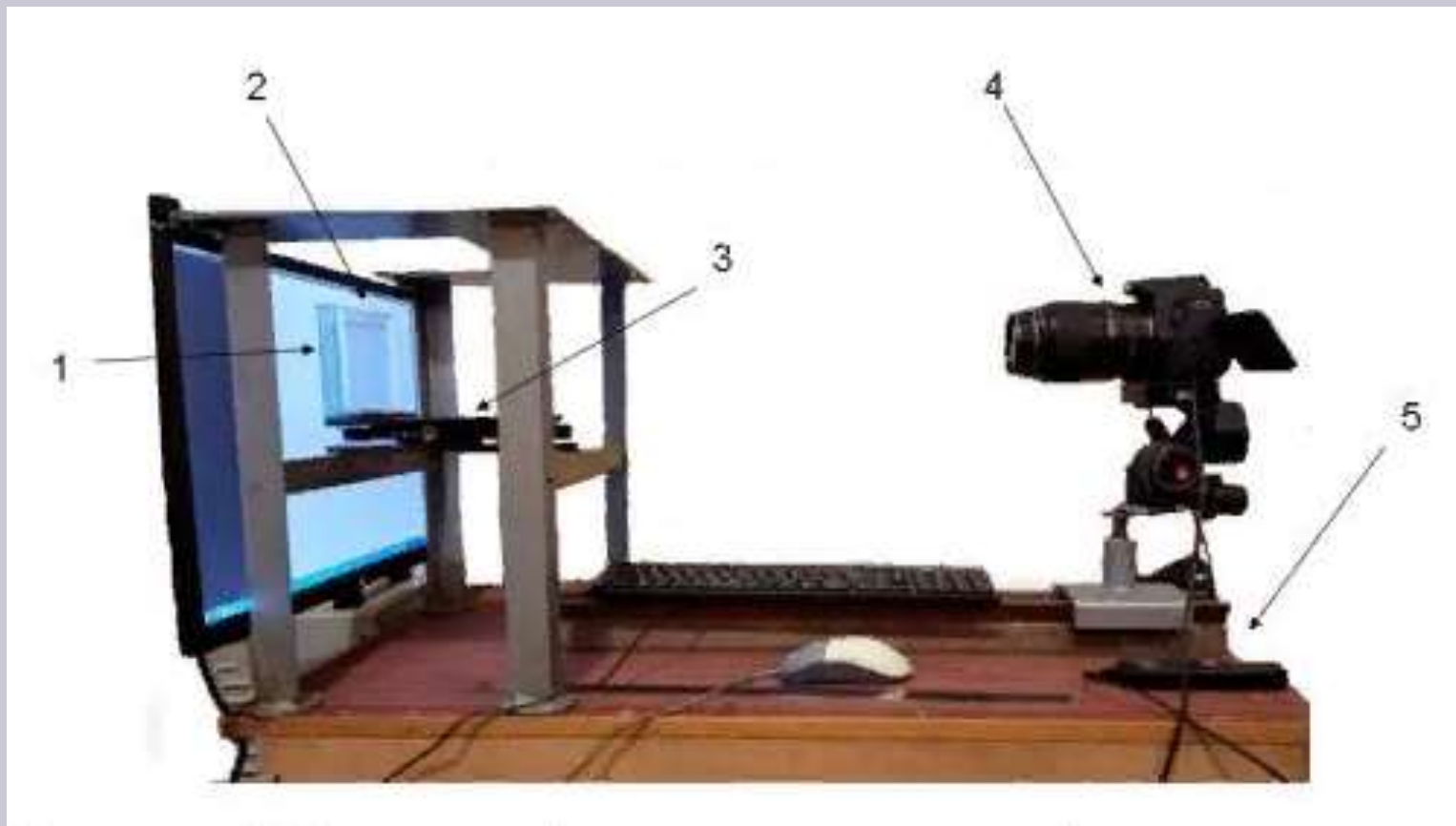
Пример фурье-фона



В работе использовался монитор LG 24UD58-B с очень высоким «удельным» разрешением - примерно 53 пикс на мм.

По смещениям деталей фона можно восстановить изменение показателя преломления среды, а дальше плотности и получить двумерные поля концентрации или температуры, усредненные по оптическому пути.

Экспериментальная установка



Установка для измерения распределения концентраций вещества в водных растворах теньвым фоновым методом с использованием фурье-фона.

1-монитор с изображением фурье-фона,

2-кювета с диффундирующими растворами,

3-макрорельса с креплением для кюветы,

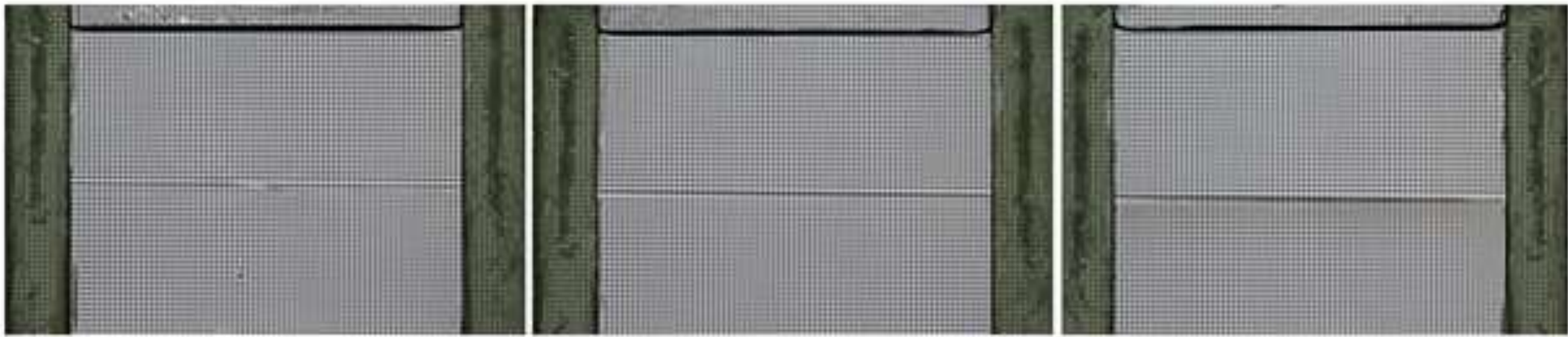
4-фотокамера,

5-интервалометр.

В кювету последовательно наливалась методом сообщающихся сосудов сначала менее плотная жидкость (раствор этанола или изопропила в воде), а затем – более плотная (вода) на дно кюветы.

После окончания измерений жидкость в кювете перемешивалась, отстаивалась в течение нескольких часов и делался снимок невозмущенного фона.

Одномерность задачи легко контролировалась, потому что реально получаемое поле смещений было двумерным. Для большей точности проводилось усреднение профилей по нескольким горизонтальным координатам.



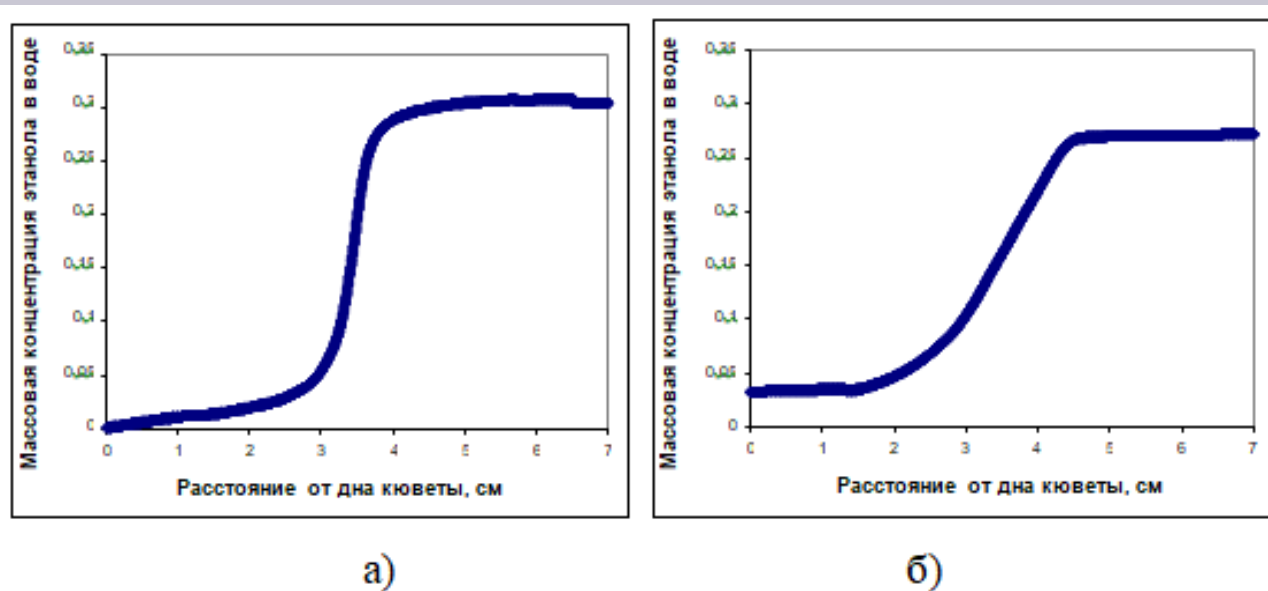
1

2

3

Начало диффузии раствора этилового спирта в воде при 1-30 %, 2-50%, 3-70% массовых концентрациях, снимки кюветы на фоне экрана с фурье-фоном.

Примеры получаемых профилей



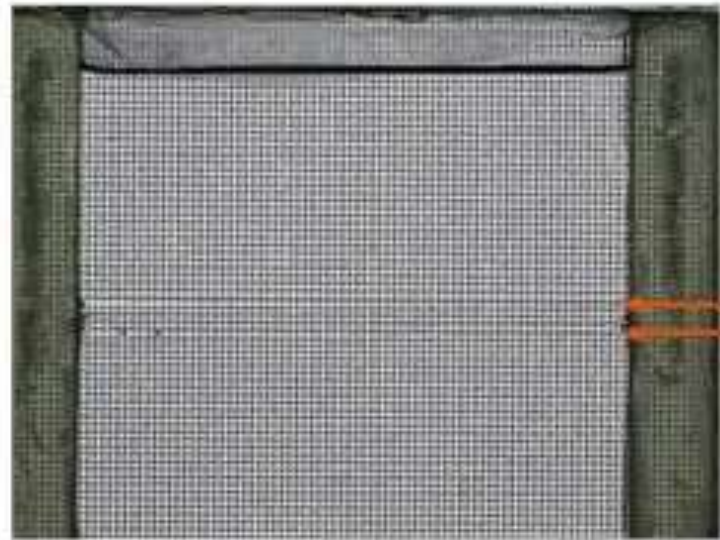
*Вертикальные профили концентраций, восстановленные по показателю преломления, при диффузии водного раствора этанола с массовой концентрацией 0,3 в воде:
а) в момент начала съёмки,
б) через 9 часов после начала съёмки.*

При больших концентрациях водных растворов этанола и изопропила возникают большие скачки концентраций, которые стандартной теорией диффузии не описываются.

При 30% массовой концентрации этанола возникает видимая граница, которая со временем становится незаметной на фоне, при массовой концентрации этанола 50% и 60% граница расходится и образуются две границы, которые потом исчезают.

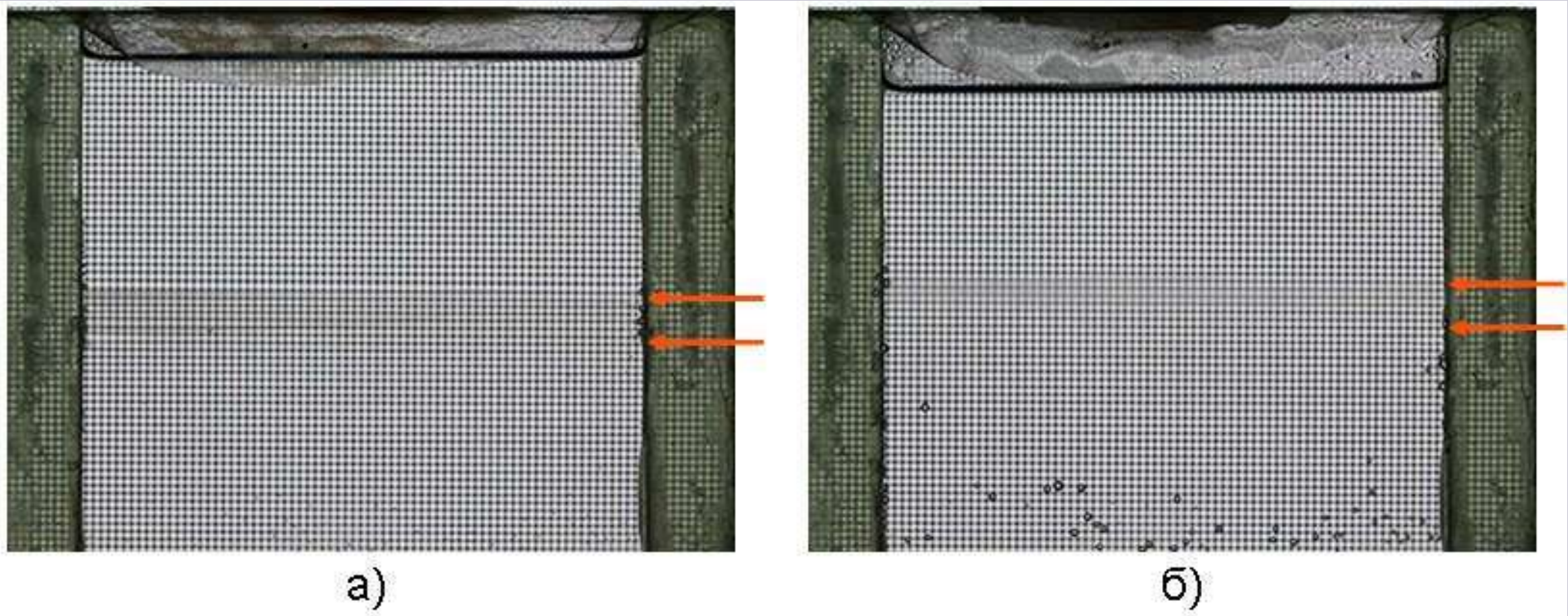


а)



б)

*Появление двух границ при диффузии
а) 50% (через 3 часа 5 минут от начала съёмки и
б) 60% (через 55 минут) этанола в воде*



*Образование двух границ при диффузии 70% этанола в воде
(а)-через 2 часа от начала съёмки
и расплывание области между двумя этими границами
(б) –через 3 суток 20 часов и 15 минут от начала съёмки.*

Выводы

1. Создана экспериментальная установка, позволяющая изучать диффузионные процессы в водно-спиртовых растворах для больших перепадов концентраций и восстанавливать профили концентраций по профилю изменения показателя преломления в любые моменты времени.
2. При низких концентрациях водно-спиртового раствора процесс диффузии соответствует классическим представлениям, однако с увеличением перепада концентраций в этаноле наблюдается появление адсорбционных слоев – зон с резким изменением концентрации внутри рассматриваемого слоя, которые существуют более суток. В изопропаноле такие явления отсутствуют.

Список литературы

1. Rashidnia, N., Balasubramaniam, R. Measurement of the mass diffusivity of miscible liquids as a function of concentration using a common path shearing interferometer. //Exp Fluids, 2004, v. 36, pp. 619–626
2. Hyde A.E., Ohshio M., Nguyen C.V. et al. Surface properties of the ethanol/water mixture: Thickness and composition //Journal of Molecular Liquids, 2019, v.290, pp. 111005