

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ " МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени
М.В.ЛОМОНОСОВА**

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

Взаимодиффузия двух водных растворов с различной концентрацией растворённого вещества

Шевченко Кристина Евгеньевна
студентка 404 группы

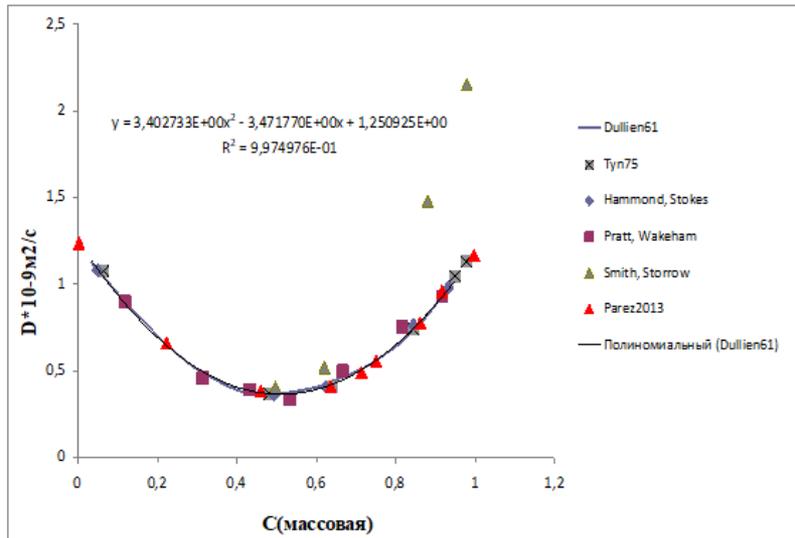
Научный руководитель
к.ф-м.н , ассистент Ю.Ю.Плаксина

Цель работы:

- Теоретический анализ модели, построенной на классической теории диффузии водных растворов этанола с различной концентрацией, и экспериментальное измерение изменения профиля концентрации в процессе диффузии водных растворов этанола в воде.

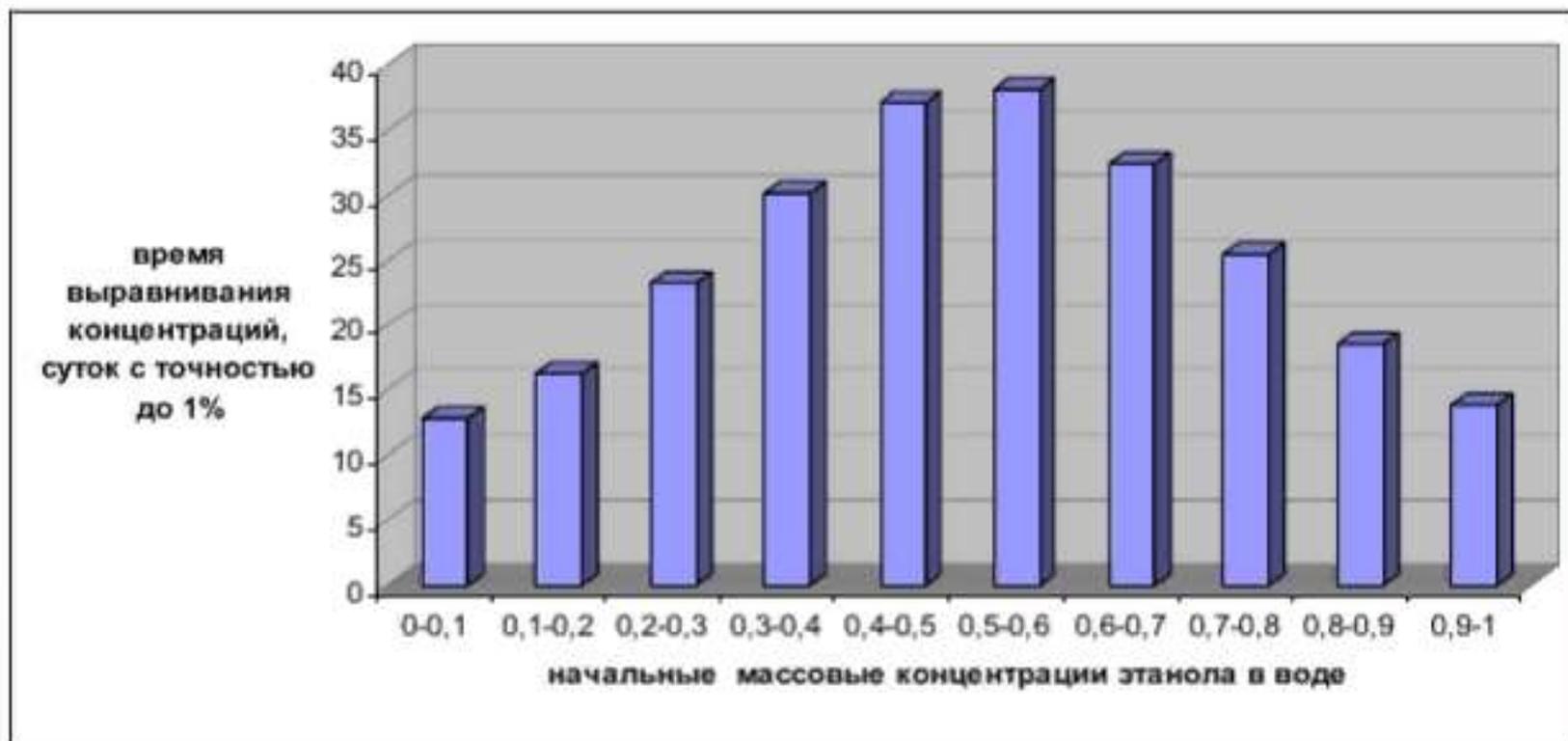
Математическое моделирование диффузии в растворах

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial D}{\partial c} \left(\frac{\partial c}{\partial x} \right)^2 + D(c) \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \\ \frac{\partial c}{\partial x} \Big|_{x=0,L} = 0 \\ c(t=0) = c_1, \text{ при } 0 \leq x < 0.5L \\ c(t=0) = c_2, \text{ при } 0.5L \leq x \leq L \end{array} \right.$$

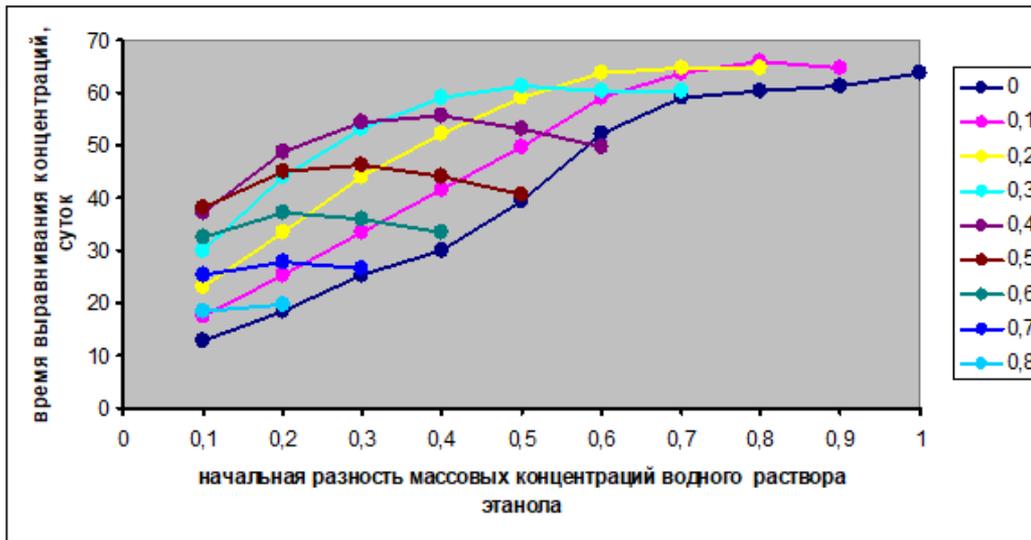


Взаимосвязь массовой концентрации этанола с коэффициентом его диффузии

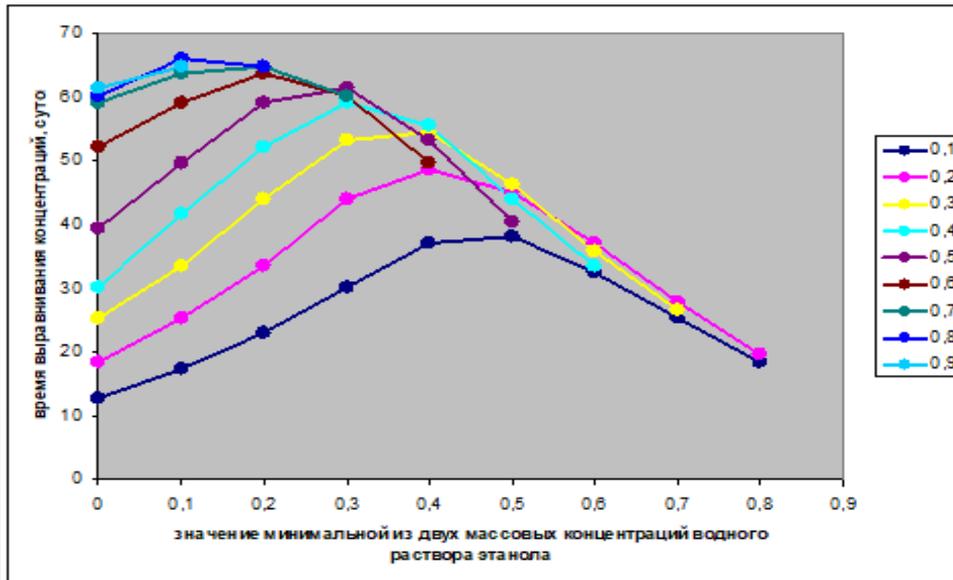
Зависимость времени выравнивания перепадов
концентраций водных растворов этанола с
начальной разностью 0,1 от начальных
концентраций



Зависимость времени выравнивания перепадов концентраций водных растворов этанола от начальных параметров растворов

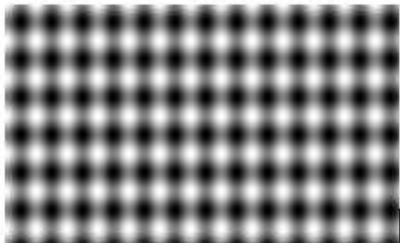


Зависимость времени выравнивания массовых концентраций двух водных растворов этанола с точностью до 0,01 от начальной разности концентраций для растворов этанола с разными минимальными начальными концентрациями

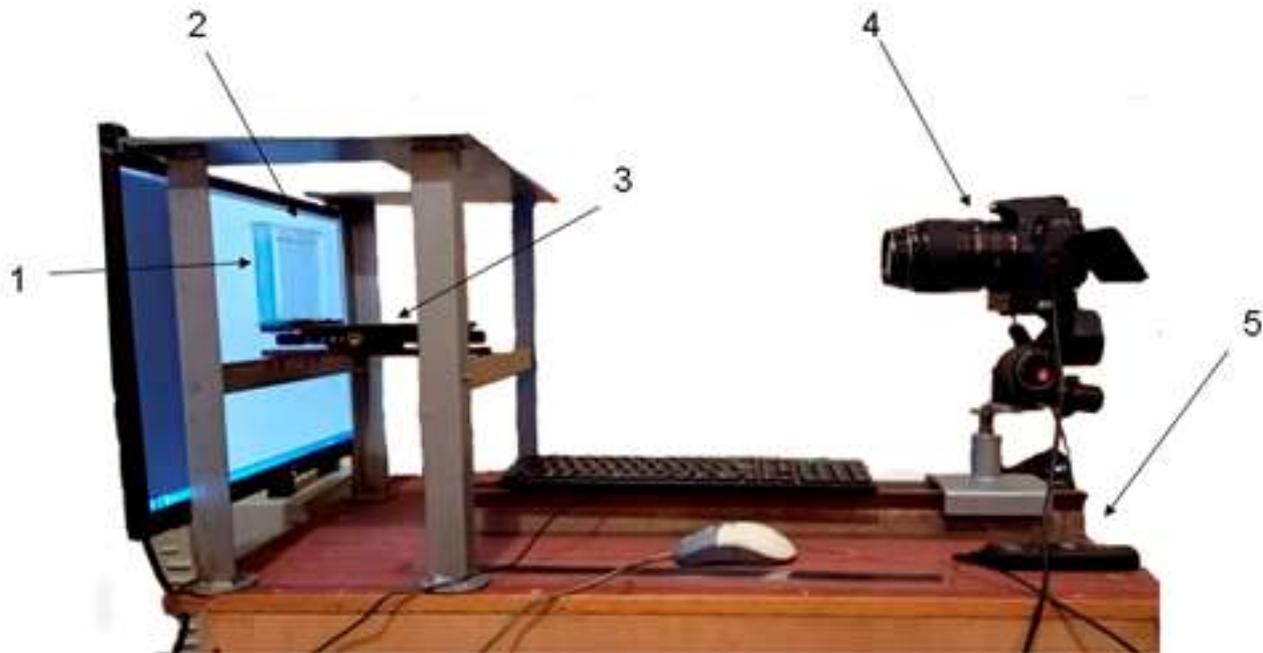


Зависимость времени выравнивания массовых концентраций двух водных растворов этанола с точностью до 0,01 от минимального из начальных значений концентрации одного из растворов для разных разностей концентраций

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

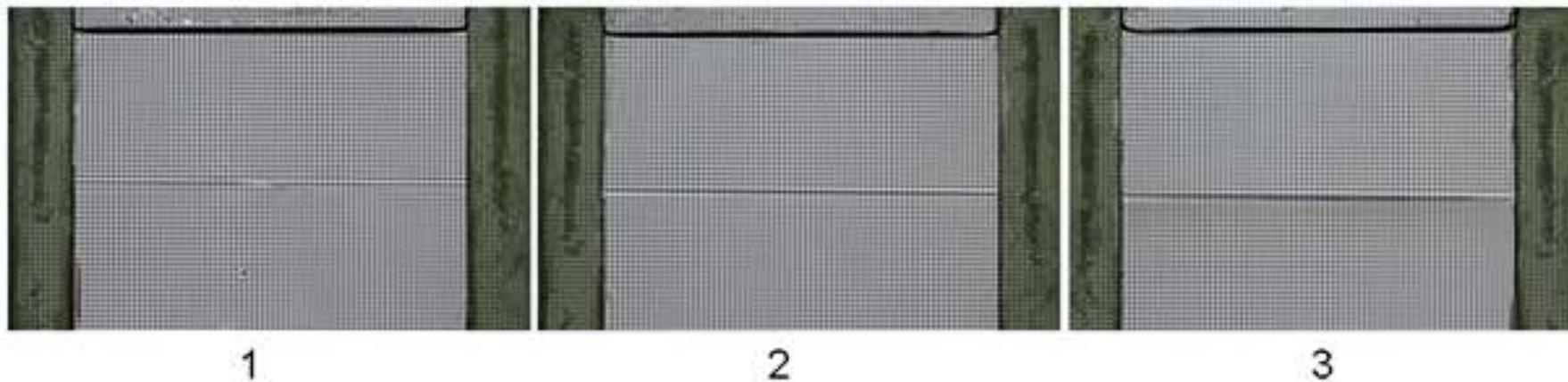


Пример фурье-фона



1-монитор с изображением фурье-фона, 2-кювета с диффундирующими растворами, 3-макрорельса с креплением для кюветы, 4-фотокамера, 5-интервалометр.

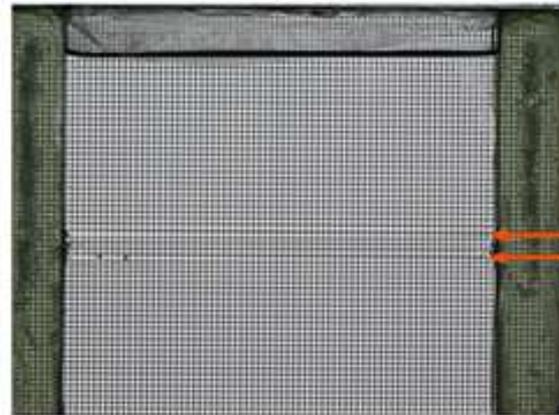
Начало диффузии раствора этанола в воде



при 1 – 30% , 2 – 50% , 3 – 70% массовых концентрациях,
снимки кюветы на фоне экрана с фурье-фоном

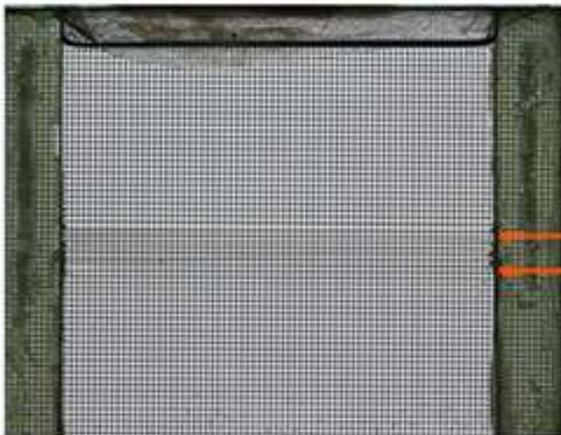


a)

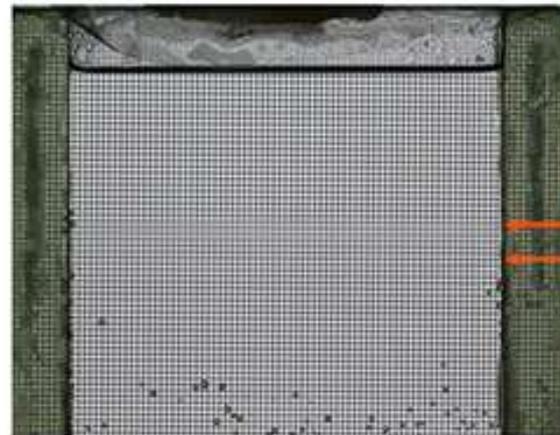


б)

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



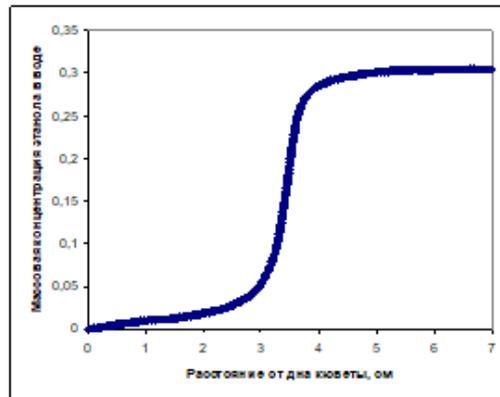
a)



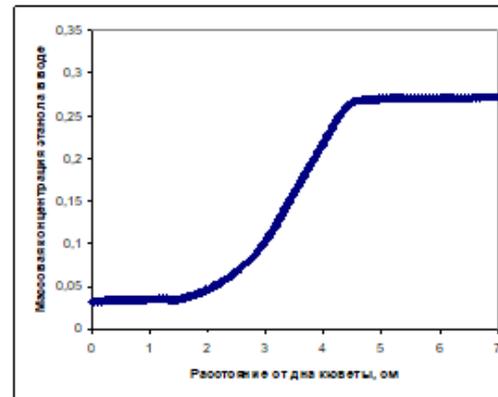
б)

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.

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.

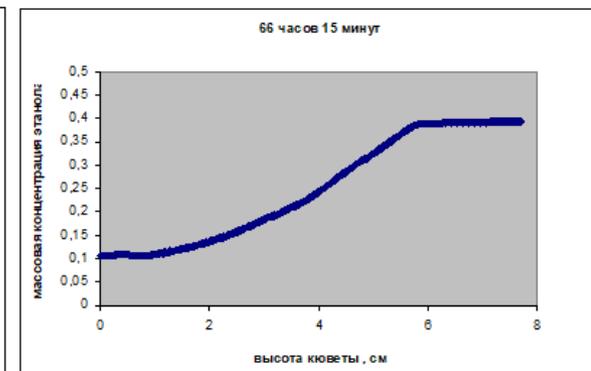
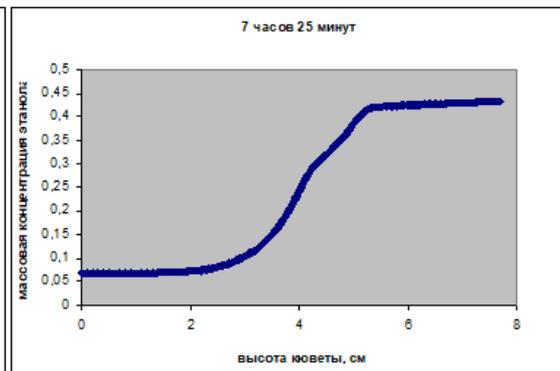
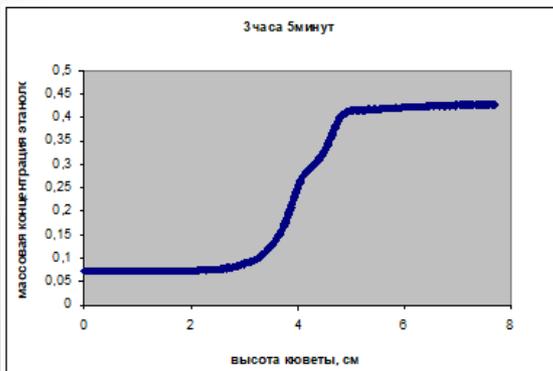


а)

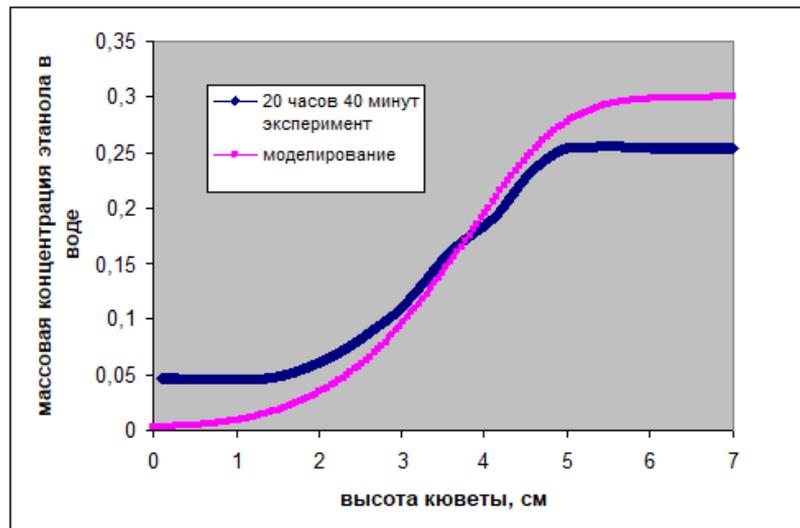
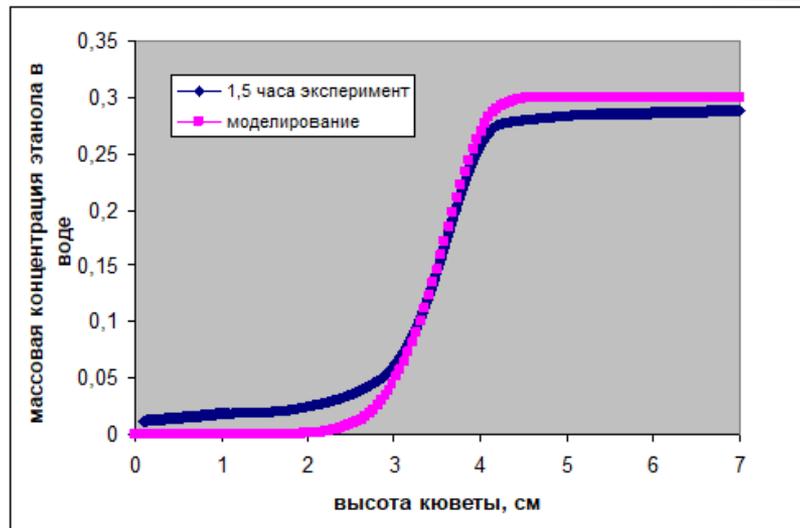
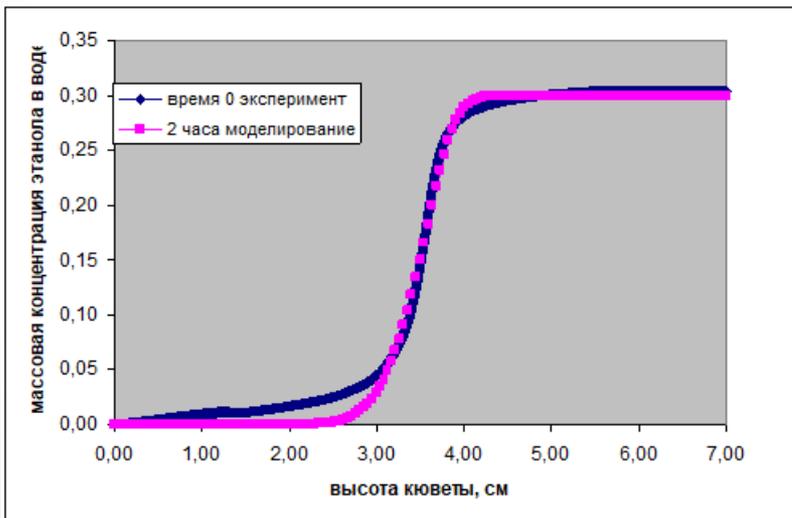


б)

Изменение профиля массовой концентрации со временем при начальной диффузии 50% водного раствора этанола в воде.



Экспериментальный профиль концентрации этанола в воде в начальный момент измерения и соответствующий ему модельный профиль.



Экспериментальный и модельный профили массовых концентраций в разные моменты времени от начала диффузии.

Выводы:

1. Созданная экспериментальная установка позволяет изучать диффузионные процессы в водно-спиртовых растворах для больших перепадов концентраций и восстанавливать профили концентраций по профилю изменения показателя преломления в любые моменты времени. В то же время, при появлении адсорбционных слоёв, метод не позволяет напрямую фиксировать скачки концентраций в этих слоях.
2. При низких концентрациях водного раствора этанола на небольших временах 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 изопропанолe такие явления отсутствуют.
3. Для реального описания процесса диффузии в случае возникновения адсорбционных слоев требуется сочетание классической теории диффузии с теорией адсорбционных слоев, связывающей градиенты концентраций по обе стороны разрыва с перепадом концентрации в самом слое.

Спасибо за внимание!