

Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Курский государственный университет»

Сборник статей
XI Всероссийской научно-практической конференции
«НАНОТЕХНОЛОГИИ: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА,
ИННОВАЦИИ»

Ответственный редактор:
П.А. Белов

Курск 2020

Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции «Нанотехнологии: образование, наука, инновации» (23 сентября 2020 г.). – Курск, 2020.

В сборник включены статьи преподавателей, научных сотрудников, аспирантов, магистрантов Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» (г. Апатиты), Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского (ФИЦ КазНЦ РАН), Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, Института органической химии им. Н.Д. Зелинского (г. Москва), Воронежского государственного университета, Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия» (г. Воронеж), Курского государственного университета, Курского государственного медицинского университета, Юго-Западного государственного университета (г. Курск), Курской государственной сельскохозяйственной академии, Горно-Алтайского государственного университета, Северо-Кавказского федерального университета (г. Ставрополь), Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственный технологический университет) (г. Владикавказ), Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) им. М.И. Платова (г.Новочеркасск), Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского (г. Симферополь), Севастопольского государственного университета, Казахского национального университета им. аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан), а также сотрудников ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» (г. Казань), ЗАО «Олифен» (г. Москва), ЗАО «Петрохим» (г. Белгород), экспертно-исследовательского отдела № 1 (г. Курск) ЭКС-филиала ЦЭКТУ (г. Брянск) – участников XI Всероссийской научно-практической конференции «Нанотехнологии: образование, наука, инновации».

Материалы статей представлены в авторской редакции.

©Авторы, 2020

© Курский государственный университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Е.В. Шилова, И.А. Колтаков, В.Г. Артюхов Создание иммунолипосом для адресной доставки лекарственных средств	6
А.В. Будаев, Р.Н. Беленьков, В.Э. Мельниченко, К.И. Пученков, Н.А. Емельянов Долговременная релаксация сопротивления полимерного композита PANI-PS / PVDF-TRFE.....	7
С.Н. Беленьков, Р.Н. Беленьков Диаграммообразующая схема цифровой антенной решетки на базе программируемой логической интегральной схемы.....	10
А. В. Гречишников Анализ требований к рлс с синтезированной апертурой для модуля ориентации беспилотного летательного аппарата.....	13
С.Р. Измайлова, К.В. Конарчук., О.В. Вяткина Пористые углеродные материалы как подложка для иммобилизации ферментов.....	15
И.С. Кашкин Корреляционный приемник сверхширокополосных сигналов на базе ПЛИС.....	17
П.И. Морозова Программно-аппаратный комплекс нейросетевого распознавания символов из видеопотока.....	21
Т.О. Лунева, Н.А. Емельянов получение и исследование диэлектрических и магнитных свойств наноструктурированного феррита висмута BiFeO_3	24
В.Д. Беликов, В.Н. Тарасова Получение высоких напряжений в просвечивающей электронной микроскопии.....	26
А.В. Блинов, А.А. Гвозденко, А.А. Блинова, В.В. Раффа, Д.Г. Маглакелидзе, Е.А. Бражко Определение оптимальной среды для получения алкозолей золота.....	29
А.С. Ванина, Т.А. Кудрявцев, В.Э. Мельниченко, Т.Н. Кудрявцева, Е.В. Грехнева Квантово-химическое обоснование возможности получения некоторых производных 6Н-индоло[2,3- <i>b</i>]хиноксалина.....	31
Ю.О. Веляев, Д.В. Майоров, И.Б. Кометиани Получение оксидов кремния высокой чистоты на основе нефелинсодержащего минерального сырья.....	33
С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, М.И. Пашкова Особенности преподавания дисциплин инженерных направлений.....	37
Р.Р. Гайнуллин, С.М. Хантимеров, Р.Н. Низамов, Н.М. Василевский, К.Н. Вагин Получение наноразмерного бентонита и перспектива его использования с целью конструирования диагностикума для индикации радиоиндуцированных токсических соединений.....	40
С.А. Горбунов Важность введения курса робототехники в системе дополнительного образования.....	42
Л.А. Горбунова особенности преподавания математики в условиях дистанционного обучения.....	45
К.В. Дементьев, Д.И. Сасин, И.Б. Кометиани, Л.Г. Климова Особенности синтеза 2-(<i>o</i> -толилокси)уксусной кислоты и получение новых биологически активных веществ на её основе.....	47
М.А. Екимченко, Н.И. Косолапова, О.В. Мирошниченко Сорбционные свойства энтеросорбента «ПОЛИСОРБ МП» по отношению к ионам кадмия.....	49
Е.Ф. Лозинская, Д.В. Ермолин Диоксид титана как катализатор реакции разложения перхлората калия в хлорид.....	51
Е.Ф. Лозинская, К.Д. Зайцева оценка каталитической активности оксида меди (II) различной степени дисперсности в реакции термического разложения перхлората калия	54

А.В. Ильина, Л.В. Атрепьева, С.А. Ефанов Синтез дисазоокрасителя с нафтиламинным структурным фрагментом.....	56
А.М. Имангазы Получение композиционных волокон на основе мезофазного пека каменноугольной смолы методом электропиннинга.....	58
Т. А. Кудрявцев, В.Э. Мельниченко, Т.Н. Кудрявцева, И.Б. Кометиани Получение новых азосоединений на основе 2-(6Н-индоло[2,3-В]хиноксалин-6-3)-4-нитрофенил-1-фенилпропенона и некоторые их спектральные характеристики....	59
М.А. Любимова, Е.В. Грехнёва, Т.Н. Кудрявцева Условия получения и свойства гемостатических и противоспаечных плёнок на основе альгината натрия..	61
Е.С. Машкина Эффект динамического наноструктурирования вблизи точки плавления ионных кристаллов.....	63
А.А. Наседкин 3 D моделирование на уроках технологии.....	66
В.В. Раффа, А.А. Гвозденко, Д.Г. Маглакелидзе, А.Б. Голик, А.А. Блинова Синтез нанокмполитов на основе диоксида титана и благородных металлов и исследование их методом колебательной спектроскопии комбинационного рассеяния света.....	69
Н.Г. Кудрявцев, А.А. Темербекова, В.Ю. Малова Визуализация проектной деятельности как одна из компонент методики работы с проектной командой.....	71
Д.Г. Мустафаева Процессы проводимости в неорганических соединениях на основе халькогенидов металлов.....	74
В.Л. Королев, В.М. Даниленко, Д.С. Лоторев, П.Е. Кузнецов, В.А. Максимов, Т.Н. Кудрявцева, С.Ю. Белоусов Нитрование имидазо[4,5-Е]бензо[1,2-С;3,4-С']дифуроксана: теоретическое и экспериментальное исследование.....	78
Е.А. Лазарева Технологические основы наноструктурных жаростойких покрытий для нихромовых сплавов.....	81
Ю.И. Кураков, А.Н. Свиридова Углеродосодержащие материалы в дорожном строительстве.....	85
Е.Ф. Лозинская, А.Н. Филиппова термодинамические и кинетические особенности комплексообразования дигидрокверцетина с Zn^{2+} в водно-этанольной среде.....	89
В.А. Харламов, Т.Н. Кудрявцева, П.И. Сысоев, Л.Г. Климова Синтез и биологическая активность некоторых производных гидразида 2-(о-толилокси)уксусной кислоты.....	92
Б.М. Коновалов, Е.А. Сарнит, Е.Д. Мельникова Синтез, строение и свойства комплексов европия (III) на основе продукта конденсации гидразида салициловой кислоты и этандиоля.....	94
Е.А. Сарнит, Н.Н. Сайдахмедова, Е.Д. Мельникова Синтез, строение и люминесценция гетеролигандных комплексов европия (III) И тербия (III) на основе N-додецилиминодиуксусной кислоты и дополнительных хелатообразующих лигандов.....	98
Е.А. Алябьева Проблемы теории и практики обучения программированию в средней школе	104
В.Н. Тарасова, В.Д. Беликов Высоковольтный источник ускоряющего напряжения в просвечивающем электронном микроскопе.....	106
В.С. Воищев, А.Н. Ларионов, А.В. Машина Некоторые особенности организации учебного процесса по физике на агроинженерном факультете Воронежского ГАУ	109

А.Н. Ларионов, Н.Н. Ларионова, Р.В. Беляев Ультразвуковые исследования вязкоупругих свойств нематических жидких кристаллов	115
Г.С. Морокина Применение информационно-образовательных электронных технологий в образовательном процессе бакалавриата в режиме он-лайн.....	120
К.А. Сугоровская, И.Б. Кометиани, Т.Н. Кудрявцева Исследование влияния глюкамидов 2-(6Н-индоло[2,3-В]хиноксалин-6-уксусной и 2-(9-оксоакридин-10(9Н)-ИЛ)уксусной кислот на митотическую активность корней ALLIUMCEPA.....	123
Г.С. Морокина, К.В. Елифанцев Особенности учета эксплуатационных факторов при радиационном контроле экологической обстановки.....	124
Я.С. Дорохова, Е.Н.Розанова, И.Б. Кометиани, Е.С. Соболева Выделение белка из пухоперового сырья методом кислотного гидролиза в присутствии пав с применением сонохимической активации.....	128
А.А. Шахов, Е.В. Грехнёва, Т.Н. Кудрявцева Исследование свойств мемостатической полимерной композиции в виде губки.....	130
Ю. А. Неручев, О.С. Рышкова, А.К. Радченко, В.А. Шкурина Кластерная структура простой жидкости.....	131
Л.В. Атрепьева, С.А. Ефанов, Т.Н. Кудрявцева, С.А. Корсунова зучение влияния кислотно-основных свойств полимерных растворов на качество а-КМЦ индикаторных пленок.....	135
В.В. Мелентьев Экспериментальное исследование температурной зависимости адиабатической сжимаемости в хлор и йод-замещённых n-парафинах...	139

СОЗДАНИЕ ИММУНОЛИПОСОМ ДЛЯ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

© Е.В. Шилова, И.А. Колтаков, В.Г. Артюхов

e-mail: zinkovae@list.ru, ФГБОУ ВО ВГУ, г.Воронеж, Россия

Работа посвящена получению и изучению липосомальных наночастиц, способных к взаимодействию с нейтрофильными внеклеточными ловушками. Получены иммунолипосомы, содержащие в своём составе антитела к гистону Н3. Установлен размер полученных липосом.

Ключевые слова: адресная доставка, иммунолипосомы

Адресная доставка лекарственных препаратов является одним из наиболее перспективных направлений медицины. Липосомы занимают особое место в ряду средств адресной доставки благодаря таким свойствам, как биodeградируемость, возможность широко варьировать их размеры, характеристики, состав поверхности. Введение в состав поверхности липосом молекул, способных специфическим образом взаимодействовать с различными типами клеток в организме, позволяет расширить круг возможных «мишеней» для адресной доставки препаратов. Одним из перспективных путей доставки противоопухолевых препаратов может быть их доставка к опухолевым клеткам посредством нейтрофильных внеклеточных ловушек (НВЛ). Исследование Cools-Lartigue et al. [1] показало, что при стимуляции форболмеристацетатом нейтрофилы формируют ретикулярную структуру ДНК вокруг клеток рака легких A549. Известно также, что опухолевые клетки взаимодействуют со структурами НВЛ, адсорбируясь на них с помощью молекулы **β1-интегрина**. [2] Все эти данные позволяют рассматривать НВЛ в качестве возможного средства доставки противоопухолевых препаратов. В качестве сайта связывания липосом в структуре НВЛ выбрана молекула гистона Н3.

Целью наших исследований явилось создание липосомальных наночастиц для адресной доставки лекарственных средств посредством структуры НВЛ и оценка их размерных характеристик.

Липосомальные наночастицы получали методом гидратации / регидратации, [3] испаряя раствор липидов в этиловом спирте на роторном испарителе с последующим помещением полученной плёнки липидов в 0,1 М натрий-фосфатный буфер. Для функционализации липосом вводили в их состав антитела к гистону Н3. Антитела тиолировали с помощью реагента Траута и инкубировали с липосомами для образования С-S связи с молекулами полиэтиленгликоля в составе липосом.

Размер получаемых наночастиц контролировали методом динамического светорассеяния с помощью прибора ZetasizerNano ZSP. Результаты исследований показаны в таблице 1.

Таким образом, в ходе проведения исследования мы показали, что размер полученных модифицированных липосом составил $(176,4 \pm 12,95)$ нм. В связи с тем, что для обеспечения прохождения липосом через ряд физиологических барьеров в организме они должны иметь размер менее 200 нм, полученные нами иммунолипосомы могут быть использованы для проведения агрессивной терапии различных патологических процессов.

Таблица 1 – Характеристики липосом различного состава

Условия эксперимента	Среднее значение диаметра частиц (нм)
Фосфатидилхолин (1%)	230,0±15,66
Фосфатидилхолин (1 %) + УЗ-обработка (15 мин (20 кГц, 10 сек. импульс с перерывом 3 сек)	137,4±8,068
Фосфатидилхолин (0,5 %)+холестерин (0,5 %) + УЗ-обработка (15 мин (20 кГц, 10 сек. импульс с перерывом 3 сек)	171,8±28,39
Фосфатидилхолин (0,5 %) + холестерин (0,5 %) + дистериолфосфатидилэтаноламин-политиленгликоль + антитела к гистону H3 + УЗ-обработка (15 мин (20 кГц, 10 сек. импульс с перерывом 3 сек)	176,4 ± 12,95

Список использованных источников

1. Cools-Lartigue J. Neutrophil extracellular traps in cancer progression. / Cools-Lartigue J, Spicer J, Najmeh S. // Cell Mol Life Sci. – 2014. – 71(21): 4179-4194.
2. Najmeh S. Neutrophil extracellular traps sequester circulating tumor cells via β 1-integrin mediated interactions / S. Najmeh, J. CoolsLartigue, R.F. Rayes, S. Gowing, P. Vourtzoumis, F. Bourdeau, B. Giannias, J. Verube, S. Rousseau, L.E. Ferri, J.D. Spicer // Int. J. Cancer. – 140. – 2017. – pp. 2321-2330
3. Шилова Е.В. О создании магнитоуправляемых липосом для адресной доставки лекарственных средств / Е.В.Шилова, В. Г. Артюхов, Е.Д. Скорбач, М.В. Тололина, Г.Н. Близнецова, И.А. Колтаков // Нанотехнологии: разработка, применение: XXI век. – №4. – 2018.- с.94-100

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ РЕЛАКСАЦИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА PANI-PS / PVDF-TRFE

© А.В. Будаев¹, Р.Н. Беленьков², В.Э. Мельниченко³, К.И. Пученков⁴,
Н.А. Емельянов⁵

¹e-mail: budartem@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

²e-mail: belenkov.roman@bk.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

³e-mail: vasiliyerikovich@gmail.com, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

⁴e-mail: k.puchenkov@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

⁵канд. физ.-мат. наук, e-mail: emelianov@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

В работе представлены результаты изучения релаксации электрического сопротивления интерфейсов полианилин (PANI) - полистирол (PS)/PVDF-TrFE, полученных методом осаждения из растворов. Показано, что электрическое сопротивление образцов данных структур испытывает долговременную релаксацию, уменьшаясь в 2 раза (от 32 до 16 кОм) за 100 часов.

Ключевые слова: PANI, PVDF-TrFE, полимерные композиты, сегнетоэлектрики, долговременная релаксация сопротивления.

Для получения пленок сегнетоэлектрических полимеров PVDF-TrFE наиболее широко используют методы нанесения из растворов на вращающуюся подложку. Полученные таким образом пленки представляют собой поликристаллы, внедренные в аморфную фазу. При этом, объем кристаллической фазы в них не превышает 85 % [1]. Однако, ранее авторами показано [2], что композиты на основе пленок с высоким (около 35 %) содержанием аморфной фазы демонстрируют характерные для мемристоров вольт-амперные характеристики. Таким образом, существует интерес к исследованию электрических свойств указанных структур.

В работе был реализован следующий способ получения пленок полианилин (PANI) - полистирол (PS)/PVDF-TrFE. PVDF-TrFE (70/30) растворяли в ацетоне (5 % wt.), наносили по капле на алюминиевую подложку и помещали на 24 часа в морозильную камеру при температуре -10°C для формирования аморфной фазы при испарении ацетона.

В качестве растворителя для полистирола использовался толуол при постоянном перемешивании и нагревании до 50°C . В получившийся раствор добавляли PANI (emeraldine salt, Sigma-Aldrich) размер частиц которых находился в диапазоне 3-100 мкм при объемном соотношении PANI:PS как 85/15 %. Далее для гомогенизации полученной суспензии она подвергалась ультразвуковому диспергированию (630 Вт, 40 секунд). Затем суспензия по каплям наносилась на полученную пленку PVDF-TrFE и снова помещали в морозильную камеру при температуре -10°C .

На рисунке 1 представлены изображения профиля полученного полимерного композитного материала PANI-PS / PVDF-TrFE на алюминиевой подложке при различных увеличениях. Соотношения толщины слоев PANI-PS (верхний слой) и PVDF-TrFE (нижний слой) составляет 60:30 мкм. Кроме того, следует отметить, что слой PANI-PS имеет большую пористость. Значительная разница в электропроводности полимеров позволяет четко визуализировать границу раздела фаз (рис. 1 б).

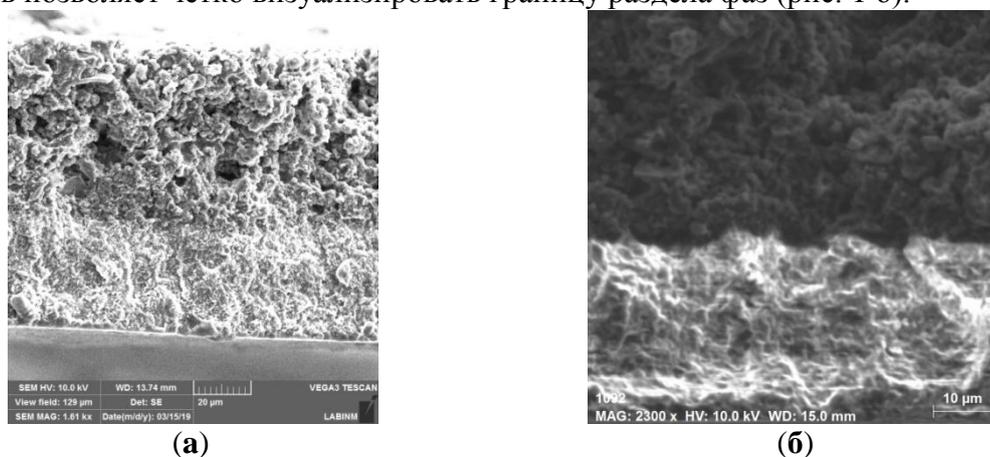


Рисунок 1– Изображения профиля полученного композита PANI-PS / PVDF-TrFE при различных увеличениях

В ходе измерения вольт-амперных характеристик было установлено, что сопротивление структуры после цикла измерения ВАХ возрастает по сравнению с начальным значением примерно в 2 раза (от 16 до 32 кОм). Для изучения временных зависимостей электрического сопротивления образец был подключен к аналоговому входу платы Arduino в соответствии со схемой делителя напряжения (образец и опорный резистор 10 кОм), представленной на рисунке 2 а. Каждый час производилось 1000 измерений с аналогового входа и их усреднение. Результаты измерений сопротивления представлены на рисунке 2 б. При проведении измерений любые источники освещения отсутствовали, а температура окружающей среды поддерживалась на уровне 20 °С.

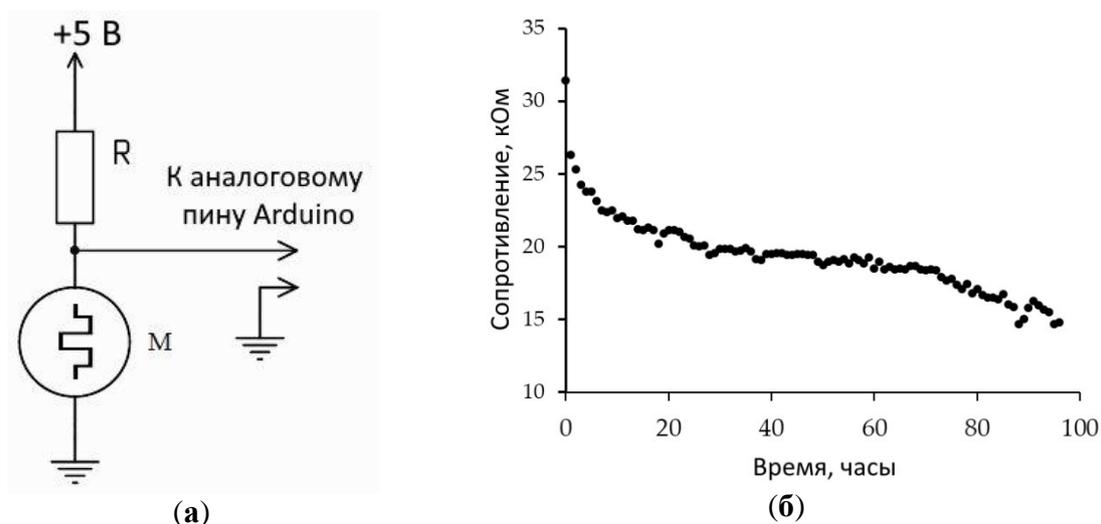


Рисунок 2 – Электрическая принципиальная схема делителя напряжения на базе платы Arduino (а), релаксация сопротивления двухслойной структуры PANI-PS/PVDF-TrFE (б)

Результаты измерений демонстрируют долговременную релаксацию сопротивления полученных структур, которая может быть обусловлена наличием ловушек носителей заряда, формирующихся на границе раздела фаз полимеров, а также влиянием поляризации сегнетоэлектрических нанокристаллитов [2].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 18-72-00148.

Список использованных источников

1. Blinov L M, Fridkin V M, Palto S P, Bune A V, Dowben P A, Ducharme S «Two-dimensional ferroelectrics» Phys. Usp. 43 243 – 257 (2000).
2. Budaev A.V., Belenkov R.N., Emelianov N.A. «Memristive Properties of PANI-Polyesterene/PVDF-TrFE Interface» Condens. Matter 2019, 4(2), 56.

ДИАГРАММООБРАЗУЮЩАЯ СХЕМА ЦИФРОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЫ

© С.Н. Беленьков, Р.Н. Беленьков

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Разработана модель ЦАР и исследованы основные преимущества и способы устранения недостатков. Описан способ аппаратного построения диаграммообразующей схемы приемной цифровой антенной решетки на базе ПЛИС. Основным элементом ЦОС выступает ПЛИС AlteraCycloneIV. В статье представлены результаты построения диаграммообразующей схемы на ПЛИС, содержащей 3 канала.

Ключевые слова: аппаратное реализация, диаграммообразующая схема, ПЛИС, АЦП, антенная решетка, адаптивный прием, цифровая фильтрация.

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения влияния радиосвязи на жизнь человечества. С каждым годом увеличивается и объем передаваемой индивидуумом информации. В повседневной жизни именно средства радиосвязи дают единственную возможность своевременного обмена информацией. Не смотря на то, что радиосвязь уже имеет большую роль в жизни общества и технике, но и она постоянно растёт. Так, например, в основе высокоэффективных систем управления производственными, технологическими и другими процессами и техническими объектами стоят средства радиосвязи. И от стабильности систем связи будет зависеть продуктивность выполняемых процессов.

Одной из главных проблем в области беспроводных систем связи является повышение скорости передачи для уменьшения вероятности ошибки передачи. Эта особенность актуальна для мобильных сетей, работающих в сложных условиях распространения сигнала. Решения связанные с расширением частотных диапазонов, для разграничения пользователей, и увеличением излучаемой мощности, для распространения в сложных условиях, давно себя исчерпали из-за высокой стоимости частотных диапазонов и требований биологической защиты.

В условиях городской среды самым распространённым является релеевское замирание амплитуды сигналов и доплеровская частотная дисперсия из-за движения пользователей. Релеевские замирания амплитуды, обусловленные интерференцией большого количества рассеянных сигналов и сильным ослаблением прямого сигнала, являются очень существенными и приводят к значительным ошибкам при передаче информации. В условиях пригородной и сельской местности наиболее распространённым является райсовский канал, данное явление обусловлено тем, что наряду с рассеянными сигналами имеется прямой сигнал. Райсовские замирания являются не значительными, так как приводят к менее глубоким замираниям амплитуды импульсов.

Существенно минимизировать ошибки передачи информации можно с помощью разнесённого приема, либо передачи сигналов несколькими антеннами, период между элементами смог бы обеспечить слабую корреляцию замираний сигналов в этих антеннах, для что способствовало бы более точному определению полезного сигнала. Однако, более перспективным является использование цифровых антенных решеток с подстройкой диаграммы направленности, на обоих концах линии связи, так называемых ММО–систем.

Использование антенных решеток управляемых ПЛИС, позволило бы более рационально использовать частотный диапазон и увеличить пропускную способность канала связи не прибегая к увеличению мощности излучения за счет адаптивной

подстройки диаграммы направленности. Что в свою очередь позволило бы улучшить качество приёма/передачи в сложных городских условиях и решить следующие задачи: оптимальный прием на фоне помех, оптимальный прием неизвестного сигнала, оптимальная передача пользователю, пространственное мультиплексирование данных, оценка параметров источников излучения.

Для подтверждения преимуществ цифровых антенных решеток было проведено исследование возможностей ЦАР – была разработана модель в среде MATLAB Simulink, которая включает в себя передатчик, канал связи, приемник и модуль диаграммообразования (рис.1). Основой приемного модуля является антенная решетка, состоящая из 3 направленных антенн Вивальди. Ширина главного лепестка антенной решетки 30 градусов, предел диаграммообразования от 35 и 145 градусов. Модель позволяет исследовать поведение ЦАР при изменении угла прихода полезного сигнала/помех.

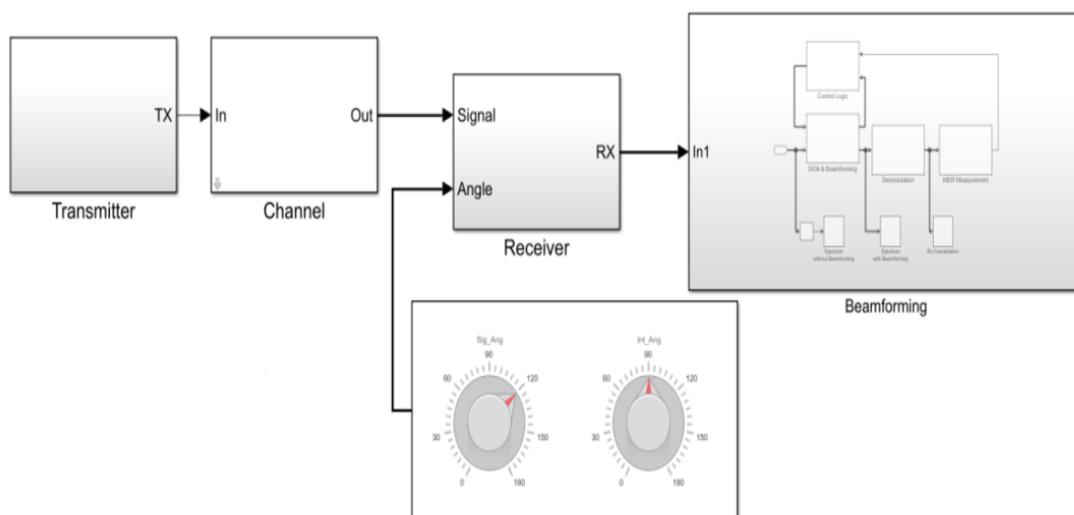


Рисунок 1 – Структурная схема модели ЦАР

В данной модели применялся алгоритм диаграммообразования, который для детектирования полезного сигнала на фоне помех и шумов с других направлений, использует угол выбранный логикой управления, для максимизации коэффициента ошибок модуляции.

При разности углов прихода полезного сигнала и помехи больше чем ширина главного лепестка ДН антенной решетки, алгоритм диаграммообразования корректно работает и выполняет свои функции. Основным недостатком представленной модели ЦАР является то, что при малой разности угла прихода сигнала и помехи алгоритм не может корректно работать, что устраняется применением антенн с более узкой ДН.

При аппаратной реализации диаграммообразующей схемы цифровой антенной решетки был разработан макет приемного модуля, включающий 3 канала. В качестве элементов антенной решетки использовались направленные антенны Вивальди. Для оцифровки принимаемого сигнала использовались АЦП AD9200, с частотой дискретизации 20 МГц. Электрическая принципиальная схема приемного канала представлена на рисунке 2. Данный макет предназначен для работы на частоте 7 МГц.

1. Бахрах Л.Д., Воскресенский Д.И. Проблемы антенной техники // Радио и связь, 1989. — 368 с.: ил. — ISBN 5-256-00335-6
2. Бычков Б., Романовский А., Хартов В. Моделирование помехозащищенных речевых каналов для технических систем управления // Радиостроение. 2016. № 5.
3. Слюсар В. Схемотехника цифрового диаграммообразования. Модульные решения // Электроника НТБ, вып. 1, 2002
4. Сабунин, А. AltiumDesigner - Обеспечение целостности сигнала на печатной плате // Современная электроника 2010. № 8.
5. Loehning M., Hentschel T., Fettweis G. Digital Down Conversion in Software Radio Terminals, 10th European Signal Processing Conference, EUSIPCO 2000, pp 1517-1520, (2000).

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К РЛС С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ ДЛЯ МОДУЛЯ ОРИЕНТАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

© А.В. Гречишников

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

В данной статье рассмотрены требования к модулю ориентации беспилотного летательного аппарата на основе бортовой радиолокационной станции с синтезированной апертурой.

Ключевые слова: *радиолокационная система с синтезированной апертурой, беспилотный летательный аппарат, радиолокационное изображение, модуль ориентации.*

Радиолокационные системы с синтезированной апертурой (РСА) занимают особое место среди средств дистанционного мониторинга земной поверхности. Преимущество данных систем заключается в методе обработки сигналов, позволяющем существенно повысить поперечную линейную разрешающую способность радиолокатора относительно направления диаграммы направленности антенны и улучшить изображение местности [1].

Так как для выполнения мониторинга территории в гражданских целях, часто необходимо производить движения на небольшой высоте или закрытой от прямой видимости спутников территории (например, в гористой местности), модули навигационных систем теряют спутники в процессе выполнения полета, а инерциальных систем позиционирования становится недостаточно, то есть необходимость в разработке альтернативных методов ориентации сверхлегких беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на основе поступающей информации о местности, которая будет способна уточнить свое местоположение, а также продолжить миссию без сигнала со спутников глобальной системы навигации. Одним из таких методов является анализ радиолокационного изображения, получаемого с бортовой РЛС с синтезированной апертурой.

Практическая реализация метода искусственного (синтезированного) раскрытия ставит ряд сложных задач, основной из которых является когерентное суммирование тысяч сигналов на траектории полета одновременно в нескольких тысячах каналов

дальности. Поэтому требования к цифровым системам обработки траекторного сигнала по-прежнему достаточно велики, что ведет к постоянному совершенствованию алгоритмов обработки сигналов РСА.

Проведенный экспертный анализ позволил сформулировать перечень основных требований к радиолокационному изображению, используемый при написании алгоритма обработки сигналов РСА для модуля ориентации сверхлегкого БПЛА (таблица 1).

Таблица 1 – Основные требования к радиолокационному изображению

Наименование	Значение
Систематическая ошибка	5 м (по каждой координате)
Среднеквадратичное отклонение	3 м (по каждой координате)
Частота обновления координатных данных	2 Гц
Пространственное разрешение на местности	не хуже 2-х метров
Максимальная наклонная дальность до объектов	2 км

Реализация данных требований [2] на борту БПЛА может решаться различными техническими средствами.

Существует техническое решение [3], для модулей ориентации по радиолокационному изображению для БПЛА тяжёлого, среднего и малого классов, однако данные разработки непосредственно не пригодны для установки на сверхлегкие БПЛА из-за несовместимости массогабаритных характеристик. Еще одним существенным ограничением является энергопотребление системы обработки БПЛА, так как вычисления должны производиться на борту летательного аппарата, а это затрачивает не малые ресурсы. Следовательно, проблемой является получение радиолокационного изображения требуемого качества для модулей ориентации сверхлегких БПЛА с учетом ограничений энергопотребления и массогабаритных характеристик.

Список использованных источников

1. И. Ф. Купряшкин, В. П. Лихачев, Л. Б. Рязанцев. Краткий опыт создания и первые результаты практической съемки поверхности малогабаритной РЛС с синтезированием апертуры антенны с борта мультикоптера // Воронеж: ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», 2018.
2. А. Н. Фомин, В. Н. Тяпкин, Д. Д. Дмитриев [и др.]. Теоретические и физические основы радиолокации и специального мониторинга // под общ. ред. И. Н. Ищука. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016.
3. С. А. Заикин, В. И. Мойбенко, В. А. Парфиров. Алгоритм синтеза апертуры для получения радиолокационного изображения при маловысотном полете // Цифровая обработка сигналов, М., 2008.

ПОРИСТЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ПОДЛОЖКА ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ФЕРМЕНТОВ

© С.Р. Измайлова¹, К.В. Конарчук¹, О.В. Вяткина²

¹ e-mail: Safte-chemistry@mail.ru, Таврическая академия (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Россия

² канд. хим. наук, доцент кафедры общей и физической химии,
e-mail: oksana_vyatkina@list.ru, Таврическая академия (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Россия

В работе представлены данные исследований сорбции растительной пероксидазы на ПУМ, полученном в низкотемпературном каталитическом крекинге изношенных РТИ, а так же результаты изучения каталитической активности фермента, иммобилизованного на углеродных подложках, подвергшихся различным видам очистки от легкоокисляемых примесей. Были отмечены затруднения количественной оценки сорбционных процессов в изучаемых системах из-за наличия в материале подложки значительного количества легкоокисляемых примесей, являющихся субстратами растительных пероксидаз. Поэтому, несмотря на высокую активность полученных фермент-углеродных композитов относительно субстрата-восстановителя гидрохинона, не рекомендовано использование исследованных ПУМ в качестве подложки для иммобилизации оксидоредуктаз.

Ключевые слова: пористый углеродный материал (ПУМ), пероксидаза, катализ

За последние 20 лет моторизация населения России увеличилась более чем в 2,5 раза, что в среднем составляет 300 автомобилей на 1000 человек населения и это без учета промышленного автотранспорта, это неизбежно обостряет проблему утилизации изношенных автомобильных шин. Известными способами переработки отходов РТИ являются низкотемпературный каталитический крекинг и пиролиз, продуктами которых являются пористые углеродные материалы (ПУМ) со свойствами, характерными для газовых и туннельных саж. Ферменты являются высокоактивными и селективными катализаторами, однако по сравнению с катализаторами обычного типа они отличаются относительно высокой стоимостью и низкой стабильностью, что длительное время ограничивало их использование. Разработка техники иммобилизации решила эту проблему. ПУМ, в свою очередь, используются как адсорбенты, катализаторы и носители. Изучение использования их в качестве носителя для ферментов оксидоредуктаз является перспективной задачей, особенно в создании электрохимических биосенсоров на основе исследуемых материалов.

В гетерогенном катализе в качестве ПУМ чаще используются нановолокна и нанотрубки, однако из-за их высокой стоимости получения, весьма актуальным становится поиск более дешевых носителей. Поэтому в качестве объекта исследования мы использовали ПУМ, полученный в низкотемпературном каталитическом крекинге изношенных РТИ [1]. Данный материал использовали как подложку для иммобилизации методом физической сорбции растительных пероксидаз: (П1) – пероксидаза, экстрагированная фосфатным буфером (рН=7) из корнеплода редьки черной и (П2) – препарат очищенной пероксидазы (из хрена) (производитель: «Budapest Hungary», RZ 0,6). В модельных системах изучали сорбцию фермента на подложке и каталитическую активность полученных фермент-углеродных композитов. Для определения остаточных концентраций фермента в растворах использовали фотокolorиметрический метод (λ_{403}) и классический биуретовый метод.

Сорбцию фермента, экстрагированного в фосфатный буфер (рН=7), изучали на образце ПУМ, не прошедшего предварительную очистку и активацию, в течение

20 мин, 60 мин и 24 часов. Эксперимент показал, что уменьшение оптической плотности адсорбтива при λ_{403} , характеризующей содержание фермента в растворе, достоверно удалось зафиксировать лишь в сорбционных системах при $\tau=20$ мин, что позволило оценить долю связанного подложкой фермента. При более длительном времени экспозиции во всех системах наблюдали увеличение оптической плотности (λ_{403}), что свидетельствует об образовании окрашенных продуктов при оксидазном окислении примесей, содержащихся в ПУМ. По данным РФА о составе ПУМ [1] предположительно, что веществами, подвергающимися окислению, являются фуллерены C_{60} и C_{70} . При их окислении на свету образуются оксиды фуллеренов коричневого цвета [2]. Таким образом, при изучении сорбции пероксидазы на ПУМ, полученном пиролизом, мы столкнулись с рядом проблем, не позволяющих нам однозначно оценить динамику и обратимость сорбции, однако было установлено, что сорбция пероксидазы на ПУМ полимолекулярна, формирование монослоя фермента происходит в диапазоне его концентраций от 2×10^{-6} до 8×10^{-6} М ($\tau=20$ мин).

Для устранения проблемы определения остаточных концентраций пероксидазы в сорбционных системах фотоколориметрическим методом нами была предпринята попытка очистить ПУМ путем пятикратной экстракции легкоокисляемых примесей бензолом и гексаном. Для каждой порции экстрагента снимали УФ-спектр и контролировали изменение интенсивности максимумов поглощения, характерных для кратных связей и ароматических систем. После пятикратной экстракции, каждым из указанных растворителей, ПУМ прокалили и провели экстракцию остаточных примесей этиловым спиртом. Существенных изменений маркерных максимумов не произошло, поэтому мы отказались от очистки таким способом.

Для удаления из системы легко окисляемых экстрагируемых примесей исходный образец угля, полученного пиролизом, подвергли обработке окислительной смесью (10 % H_2O_2 и 2 М H_2SO_4) при нагревании. Уголь промыли водой и высушили, а для супернатанта сняли УФ-спектр, который показал удаление части легкоокисляемых примесей из ПУМ. Однако, предварительная обработка исходного образца угля пероксидом водорода в сернокислой среде не помогла избавиться от образования нежелательных окрашенных продуктов оксидазного окисления в сорбционных системах даже при использовании очищенной пероксидазы хрена (производитель: «Budapest Hungary», RZ 0,6). Таким образом, нам не удалось достоверно установить количественные параметры сорбции фермента на исследованных образцах исходного и обработанного ПУМ, поэтому мы решили проводить иммобилизацию пероксидазы на различных образцах в идентичных условиях, после чего определяли удельную активность полученных ферментных препаратов относительно субстрата восстановителя – гидрохинона. За единицу активности принимали количество гидрохинона окисленного за 1 минуту пероксидом водорода ($C(H_2O_2)=0,01M$) в присутствии 1 г ферментного препарата. Эксперимент показал, что активность полученных фермент-углеродных композитов практически не зависит от способа обработки ПУМ. При этом скорость конверсии гидрохинона увеличивается практически на 2 порядка по сравнению с нативным ферментом, в том числе за счет сорбции субстрата на углеродной подложке.

Но не смотря на достаточно высокую каталитическую эффективность полученных фермент-углеродных материалов в маркерной реакции, мы не рекомендовали бы использование ПУМ, полученного в низкотемпературном каталитическом крекинге изношенных РТИ, в качестве подложки для иммобилизации оксидоредуктаз, из-за наличия в таких материалах легкоокисляемых примесей являющимися субстратами подобных ферментов. Тем более, что очистка ПУМ от

подобных примесей весьма трудоемка и затратна, что делает получение подобных катализаторов нерентабельным.

Список использованных источников

1. Исследование структуры и физико-химических свойств пористых углеродных материалов, полученных низкотемпературным крекингом / Работягов К. В., Сай Е. В., Максимова Е. М. [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского «Биология, химия». – 2015. – Т. 1 (67), №3. – С. 125-131.
2. Сидоров, Л. Н. Химия фуллеренов / Л. Н. Сидоров, Ю. А. Макеев // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – N 5. – С. 21-25.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ ПРИЕМНИК СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ НА БАЗЕ ПЛИС

© И.С. Кашкин

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

В статье рассматривается метод автокорреляционной обработки сверхширокополосных сигналов на базе программируемых логических интегральных схем. Приведена краткая характеристика сверхширокополосных сигналов, структура автокорреляционного приемника, структура аппаратных блоков ПЛИС, а также была обоснована целесообразность применения ПЛИС для построения корреляционных приемников на базе сверхширокополосных сигналов.

Ключевые слова: *сверхширокополосные сигналы, ПЛИС, автокорреляция.*

В настоящее время, современные системы связи должны соответствовать высоким требованиям, необходимость которых обоснована их обширным использованием как в гражданских, так и в военных приложениях. При проектировании современных систем связи перед разработчиками возникают задачи, связанные с обеспечением высоких показателей:

- помехоустойчивости;
- скрытности;
- электромагнитной совместимости.

Удовлетворение данных параметров является весьма нетривиальной задачей. Рассматривая историю развития систем связи, можно отметить, что преобладающая их часть была основана на использовании гармонических колебаний в качестве несущих. Как показывает время, подобные системы связи хорошо себя зарекомендовали во многих приложениях военного и гражданского назначения, однако, данный тип колебаний имеет некоторые ограничения. При передаче символа полезного сообщения с помощью гармонического колебания в условиях выделенного канала связи можно столкнуться с проблемой когерентного приема данного гармонического колебания. Исходя из базы сигнала, описываемой формулой 1, видно, что в условиях частотной ограниченности канала связи, значение длительности символа тоже имеет ограничение, что в свою очередь накладывает ограничения на пропускную способность канала связи и скорость передачи.

$$B_C = \frac{T_C}{\tau_C} = 0,1 \cdot f_0 \cdot T_C \quad (1)$$

Исходя из ограничения становится понятно, что для удовлетворения предъявляемых требований необходимо использовать новые технологии. Такой технологией является сверхширокополосная связь, отличительной особенностью которой является высокая скорость передачи информации, помехоустойчивость, скрытность, а также хорошая электромагнитная совместимость, что является преимуществом при использовании данной технологии с узкополосными системами связи. В сверхширокополосных системах связи, в отличие от других систем связи, используются сложные сигналы, имеющие базу сигнала много больше единицы. Применение такого типа сигналов обосновано тем, что они обладают следующими преимуществами [1]:

- простота практической реализации;
- параметр спектральной плотности мощности имеет схожее значение с обычным шумовым фоном, что обеспечивает высокую скрытность передаваемой информации;
- высокая помехоустойчивость передаваемой информации.

Учитывая высокие темпы развития цифровой электроники, привычные методы модуляции и демодуляции постепенно вытесняются цифровыми. Исходя из этого, применение сложных сигналов является еще более целесообразным, так как методы генерации данного типа сигналов на цифровых устройствах являются простой задачей.

Особенное внимание стоит уделить кодовым последовательностям, являющимися разновидностью сверхширокополосных сигналов. Отличительным свойством данных последовательностей является их автокорреляционная функция, суть которой заключается в сравнении принятого сигнала с его эталонной копией, тем самым, сравнивая два сигнала можно определить величину задержки принятого сигнала, а также проанализировать наличие периодических составляющих принятого сигнала. Особенностью автокорреляционного приемника является то, что в его структуре, представленной на рисунке 1, отсутствует генератор требуемой кодовой последовательности, что упрощает аппаратную реализацию данного приемника.

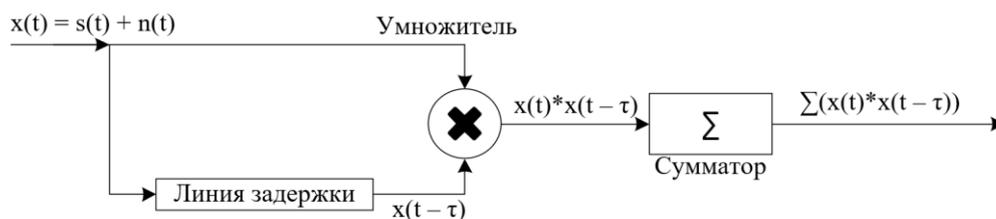


Рисунок 1 – Структурная схема автокорреляционного приемника

Рассматривая ПЛИС как инструмент, позволяющий производить автокорреляционную обработку сигналов, стоит отметить, что внутри современных ПЛИС имеются специальные математические блоки, общая структура которых в ПЛИС семейства Cyclone 4 компании Altera представлена на рисунке 2 [3], позволяющие производить для высокоскоростных и оптимизированных по времени задержек вычисления значений корреляционной функции, в частности, в зависимости от задачи, взаимнокорреляционной или автокорреляционной функции.

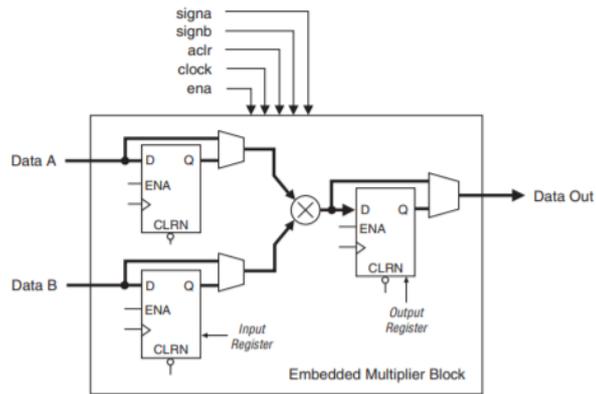


Рисунок 2 – Общая структура встроенного математического блока в ПЛИС

Проектирование корреляционного приемника начинается с генератора кодовой последовательности. Рассматривая генератор, можно использовать уже исследованные и хорошо зарекомендовавшие себя кодовые последовательности, например коды Баркера, но также можно генерировать специально отобранные псевдослучайные последовательности (ПСП). Реализация данного типа генераторов производится на основе регистров сдвига с линейной обратной связью. Данное решение является универсальным так как в любой момент один генератор можно без особых трудностей переформировать в другой, а также задать любую длину генерируемой кодовой последовательности. Разница между ПСП и кодами Баркера заключается в их автокорреляционной функции, которая у кода Баркера длиной 13 имеет вид, изображенный на рисунке 3, а у ПСП вид, изображенный на рисунке 4.

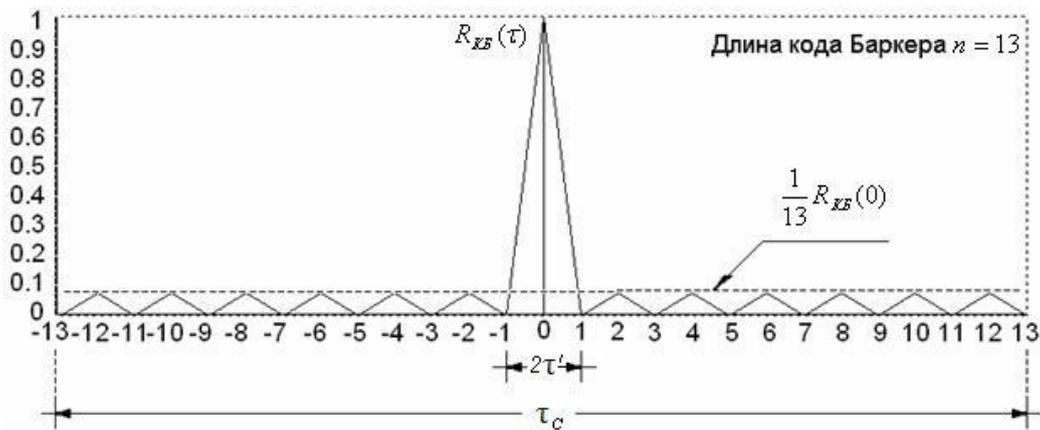


Рисунок 3 – АКФ кода Баркера 13

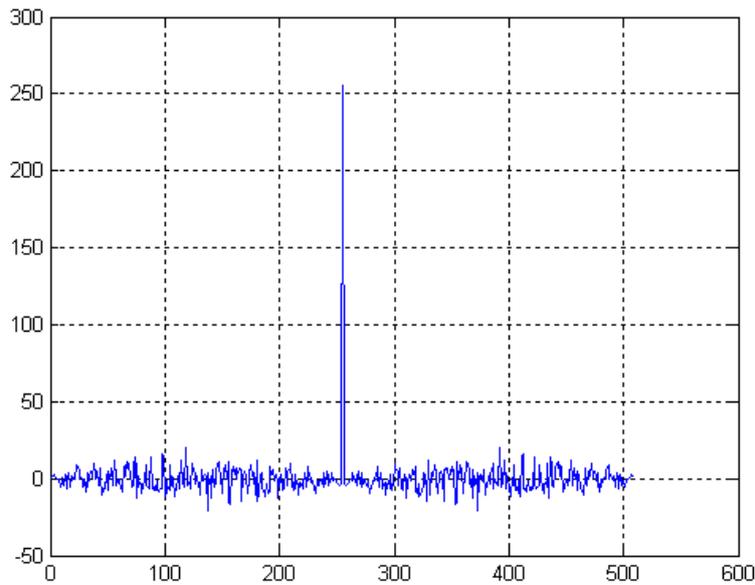


Рисунок 4 – АКФ ПСП

Следующим этапом является проектирование автокорреляционного приемника. Рассматривая структуру данного приемника, представленную на рисунке 1, можно сказать, что основным математическим действием является операция умножения с накоплением, которая внутри ПЛИС реализована в виде аппаратного оптимизированного математического блока, представленного на рисунке 2. Следовательно, аппаратная реализация автокорреляционного приемника является относительно простой задачей в связи с тем, что аппаратная платформа оптимизирована для требуемых математических операций. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что ПЛИС оптимально подходят для реализации методов корреляционной обработки сверхширокополосных сигналов.

Таким образом, применение методов корреляционного анализа принятого сигнала позволяет осуществлять оптимальное детектирование сигналов при воздействии сильных внешних, а также преднамеренных помех, то есть выходное воздействие, полученное с помощью корреляционного приемника, будет иметь увеличенное отношение сигнал/шум по сравнению с входным воздействием. Реализация данного вида приемников на цифровых устройствах, в частности ПЛИС, является оптимальным решением, в связи с тем, что внутри кристалла ПЛИС имеются высокоскоростные и производительные аппаратные блоки операции умножения с накоплением, которые с возможностью ПЛИС параллельно выполнять данные математические операции, позволяет проектировать высококачественное и высокопроизводительное приемопередающее оборудование сверхширокополосных сигналов, используемое в телекоммуникациях, радиолокации, а также в задачах позиционирования [2].

Список использованных источников

1. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. - М.: Радио и связь, 1985. - 384 с.
2. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ./Под ред. Д. Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 2000. - 800 с.
3. intel.com

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС НЕЙРОСЕТЕВОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ ИЗ ВИДЕОПОТОКА

© П.И. Морозова

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

В статье рассматривается алгоритм распознавания текстовой информации из видеопотока, архитектура и принцип работы ядра программно-аппаратного комплекса – свёрточной нейронной сети, а также преимущества аппаратного исполнения ИНС.

Ключевые слова: *искусственные нейронные сети, распознавание символов, свёрточные нейронные сети.*

С развитием ИНС возросло и развитие научного направления распознавания образов. Распознавание образов или теория распознавания образов – это раздел информатики и смежных дисциплин, развивающий основы и методы классификации и идентификации предметов, явлений, процессов, сигналов, ситуаций и т. п. объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых свойств и признаков. То, что для человеческого зрения является фотографией, для системы распознавания образов – набор пикселей с разными параметрами цвета. Чтобы научить систему распознавать на изображении отдельные объекты, необходимо предоставить ей набор из большого количества изображений, в которых указано, где именно находится нужный объект.

Наряду с распознаванием образов развивается и область распознавания символов (в частности текста). Оптическое распознавание символов – это механический или электронный перевод изображений рукописного, машинописного или печатного текста в последовательность кодов, использующихся для представления в текстовом редакторе. Оптическое распознавание текста позволяет редактировать текст, осуществлять поиск слова или фразы, хранить его в более компактной форме, демонстрировать или распечатывать материал, не теряя качества, анализировать информацию, а также применять к тесту электронный перевод, форматирование или преобразование в речь.

Целью программно-аппаратного комплекса по распознаванию является преобразование в текст текстовой информации, наложенной на кадры изображения видеоряда в виде бегущей строки.

Решение задачи распознавания текста на изображении реализуется в несколько этапов. На первоначальном этапе происходит получение данных в виде видеопотока. Затем видеофайл подвергается предварительной обработке. На данном этапе видеопоток разбивается на отдельные кадры, а полученные графические изображения подвергаются фильтрации, которая убирает излишние шумы.

Далее на обработанном изображении выделяются блоки с текстовой информацией. Поиск таких блоков в данном случае осуществляется по шаблону, так как целью является распознавание бегущей строки. В результате, выходные данные на данном этапе – это области, где находится текст для каждого изображения.

На следующем этапе происходит распознавание текстовой информации – получение строковых значений, содержащих значения словаря заданного языка. Полученные результаты сохраняются.

Так как ядром всего ПАК РТИ является искусственная нейронная сеть, следует рассмотреть средства ее реализации. Реализация ИНС подразделяется на программную и аппаратную. Программная относительно проста в использовании и внедрении в систему управления, но значительно уступает по автономности и скорости работы второй реализации.

Для распознавания и классификации наиболее подходящей является свёрточная нейронная сеть (convolutional neural network, CNN). В такой нейронной сети в операции свёртки используется ограниченная матрица весов небольшого размера, которую «двигают» по всему обрабатываемому слою (в самом начале – непосредственно по входному изображению), формируя после каждого сдвига сигнал активации для нейрона следующего слоя с аналогичной позицией (рис. 1). То есть для различных нейронов выходного слоя используются одна и та же матрица весов, которую также называют ядром свёртки.

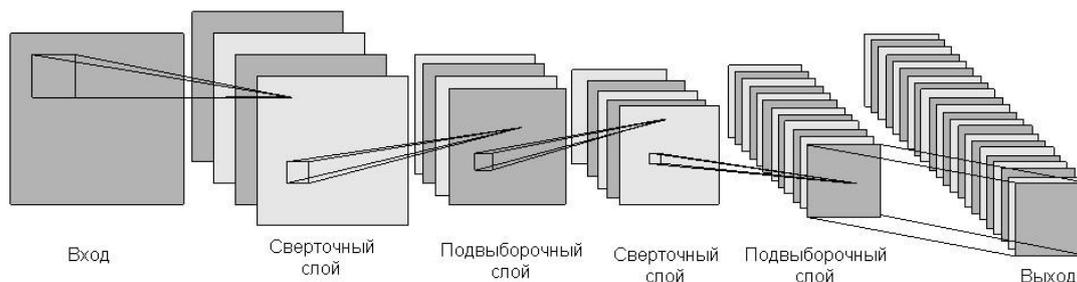


Рисунок 1 – Архитектура свёрточной нейронной сети

После начального слоя (входного изображения) сигнал проходит серию свёрточных слоёв, в которых чередуется собственно свёртка и субдискретизация. Чередование слоёв позволяет составлять «карты признаков» из карт признаков, на каждом следующем слое карта уменьшается в размере, но увеличивается количество каналов. На практике это означает способность распознавания сложных иерархий признаков. Обычно после прохождения нескольких слоёв карта признаков вырождается в вектор или даже скаляр, но таких карт признаков становятся сотни. На выходе свёрточных слоёв сети дополнительно устанавливают несколько слоёв полносвязной нейронной сети, на вход которому подаются конечные карты признаков.

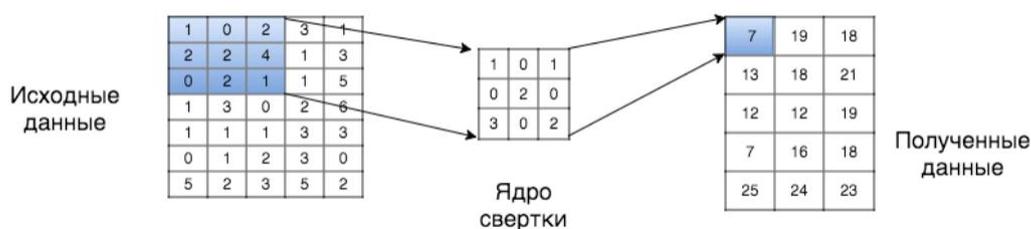


Рисунок 2 – Работа свёрточного слоя сети

Операция субдискретизации («операция подвыборки» или операция объединения), выполняет уменьшение размерности сформированных карт признаков. В данной архитектуре сети считается, что информация о факте наличия искомого признака важнее точного знания его координат, поэтому из нескольких соседних нейронов карты признаков выбирается максимальный и принимается за один нейрон уплотнённой карты признаков меньшей размерности.

Аппаратные средства обладают высокой скоростью работы, в первую очередь из-за распараллеливания вычислений системы; надёжностью и безопасностью.

Модели искусственных нейронных сетей во многом зависят от массивных параллельных вычислений. Обеспечить высокую скорость работы в режиме реального времени возможно реализовать с помощью параллельных аппаратных архитектур. Для аппаратной реализации важно отделять фазы обучения и восстановления нейронной

сети.

Аппаратными средствами реализации искусственных нейронных сетей являются нейрочипы, нейроускорители, нейрокомпьютеры, встроенные микрокомпьютеры. Так же для ускорения вычислительных процессов в ИНС облачные платформы.

Можно выделить три широких класса во внедрении ИНС в программно-аппаратные средства: цифровое, аналоговое и гибридное исполнения. К преимуществам цифровой технологии относят независимость от электромагнитных помех, возможность использования RAM для хранения весовых коэффициентов (в течение неопределенного отрезка времени), хорошо отработанные технологии изготовления, высокая точность в вычислительных операциях, а также легкая интегрируемость в уже существующие системы. Однако в этом случае, как и везде, присутствуют недостатки, среди которых следует отметить более медленные (хотя и более точные) вычисления.

К преимуществам аналогового исполнения реализации ИНС следует отнести высокие скорости обработки информации и возможности высокой плотности расположения элементов. Однако проблемой является сложность в долгосрочном хранении весовых коэффициентов, организации операций аналогового умножения и сложность в получении высокой точности.

Разработчики гибридного исполнения стремятся совместить в системе все преимущества аналогового и цифрового исполнений. По большей части это достигается путем связи между устройствами и датчиками посредством цифровой составляющей, а обработка полностью или частично реализуется аналоговыми методами.

При распознавании любого текста, присутствующего в кадрах видеоряда, следует обращать внимание на качество изображения и параметры текстовой информации. Для удовлетворительного результата распознавания текстовая информация должна быть представлена в виде отдельных печатных символов; символы текстовой информации должны иметь однотонную заливку; текстовая информация должна быть расположена на однородном фоне; текстовая информация и фон должны иметь различную яркость и окраску; текстовая информация не должна перекрываться или искажаться посторонними элементами, не имеющими отношения к тексту; количество символов в текстовом блоке не менее 3; текстовая информация должна иметь горизонтальное строчное форматирование; символы текстовых блоков не должны содержать художественных элементов (символов); минимальный размер отдельного символа текстовой информации 30 пикселей по меньшей стороне.

Список использованных источников

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – Вильямс, 2006
2. Xiang Zhang, Junbo Zhao, Yann LeCun. Character-level Convolutional Networks for Text Classification. arXiv:1509.01626v3. 2016
3. habr.com

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ФЕРРИТА ВИСМУТА BiFeO_3

© Т.О. Лунева¹, Н.А. Емельянов²

¹ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия
²канд. физ.-мат. наук, e-mail: emelianov@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

В статье рассматривается метод соосаждения гидроксокарбонатов, для получения наноструктур феррита висмута с сильно агломерированными частицами с размером в диапазоне от 30–80 нм. Приведено описание кристаллографической структуры полученных образцов, а также исследование диэлектрических свойств. Полученные экспериментальные результаты, могут быть использованы в развитии методов синтеза наноструктур мультиферроиков.

Ключевые слова: мультиферроики, наноструктуры феррита висмута, метод соосаждения гидроксокарбонатов.

Новые технические решения требуют применения новых материалов с заданными характеристиками и возможностью реализации необходимых магнитных и магнитооптических эффектов. Для спинтроники таким решением может стать использование наноструктурированных мультиферроиков, а если точнее, то соединения феррита висмута. В силу высоких значений магнитного и электрического упорядочения феррит висмута обладает сегнетоэлектрическим и антиферромагнитным упорядочением при комнатной температуре. Значительного улучшения его магнитоэлектрического отклика можно достичь путем разрушения спиновой циклоиды. Получение структур с размерами меньше 62 нм, возможно, позволит сменить его антиферромагнитный отклик на ферромагнитный.

Существуют различные способы синтеза наноструктур феррита висмута BiFeO_3 , позволяющие воздействовать на их размеры и морфологию. Способ осаждения из водных растворов довольно распространен в силу своей доступности, это актуально в связи с тем, что одной из основных задач является оптимизация технологии производства ферритов с требованием свести к минимуму возможные затраты на оборудование, сырье и т.д. Также метод позволяет получать материалы с высокой степенью однородности и воспроизводимостью с заданным магнитным свойствам.

Методом соосаждения гидроксокарбонатов были получены сильно агломерированные сферические наночастицы диаметрами 30–80 нм с содержанием BiFeO_3 в ромбоэдрической фазе 86 % (рис. 1).

Температурные зависимости диэлектрической проницаемости полученных образцов демонстрируют наличие аномалии в области температур 330–350 °С, что свидетельствует о наличии у полученных образцов МЭ-эффекта. Наличие гистерезиса (зависимости диэлектрической проницаемости для нагрева и охлаждения отличаются и формируют петлю на графике), говорит в пользу того, что наблюдаемый фазовый переход является фазовым переходом первого рода, а также демонстрирует слабый ферромагнитный отклик образцов.

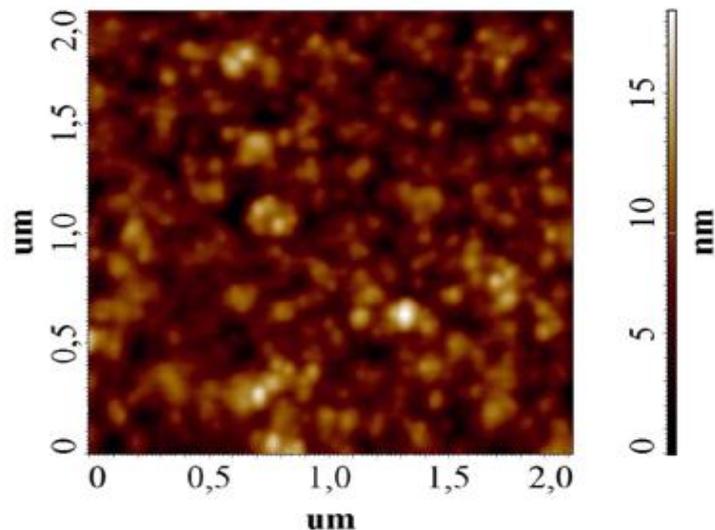


Рисунок 1 – АСМ изображение синтезированных наночастиц [1]

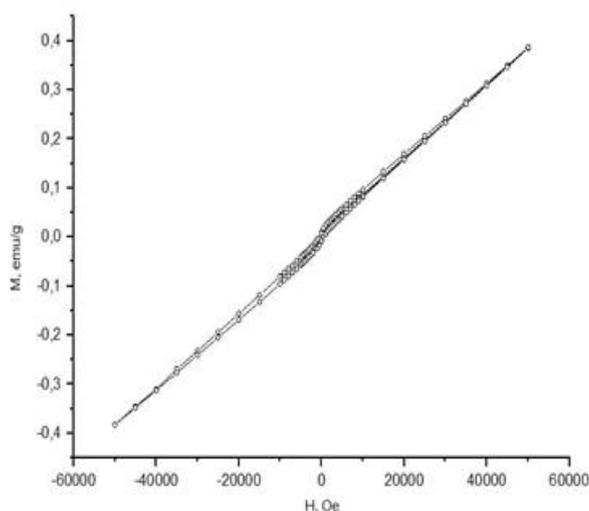


Рисунок 2 – Магнитный гистерезис образца наночастиц BiFeO_3

На рисунке 2 продемонстрированы петли гистерезиса намагниченности во внешнем магнитном поле. Его наличие обуславливает у полученных образцов проявление слабого ферромагнитного отклика.

Список использованных источников

1. Н.А. Емельянов, Т.О. Лунева, М.А. Каширин, И.Н. Лосенков, Н.А. Толстых. «Диэлектрические свойства наночастиц феррита висмута BiFeO_3 , полученных методом соосаждения гидроксокарбонатов», X Всероссийская научно-практическая конференция «Нанотехнологии: Образование, наука, инновации», Курск, 2019
2. Мамонова Д.В. Синтез и исследование свойств наночастиц сложных оксидов на примере алюмоттриевого граната и феррита висмута, Санкт-Петербург, 2015.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

© В.Д. Беликов, В.Н. Тарасова

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

В статье рассматривается способ получения высоких напряжений в просвечивающей электронной микроскопии. Приведено схематехническое описание устройства, предназначенного для получения высоких напряжений, и основные расчеты при использовании данного вида схем.

Ключевые слова: высокое напряжение, просвечивающая электронная микроскопия, умножитель напряжения.

Значение ускоряющего напряжения в просвечивающей электронной микроскопии (далее ПЭМ) является одним из главных параметров характеристик электронного микроскопа. От его величины зависит разрешающая способность микроскопа, которая определяется длиной волны электронов, ускоренных данным напряжением.

Для получения высоких ускоряющих напряжений в ПЭМ используется высоковольтный источник ускоряющего напряжения, в основе функционирования которого лежит схема Кокрофта-Валтона, также известная, как схема умножителя напряжения [1].

Умножители напряжения – это схемы, предназначенные для бестрансформаторного увеличения уровня напряжения. Данные схемы совмещают в себе сразу две функции: само умножение напряжения и его выпрямление. Применяется данная схема в тех случаях, когда наличие дополнительных повышающих трансформаторов нежелательно, или он не способен обеспечить требуемый уровень напряжения, так как при достаточно высоких уровнях напряжения высока вероятность пробоя между витками вторичной обмотки трансформатора [2].

Двумя главными элементами умножителя являются конденсатор и диод. Принцип, лежащий в основе их работы, – свойство однофазного однополупериодного выпрямителя, работающего на емкостную нагрузку. На рисунке 1 показана схема несимметричного удвоителя напряжения, которая представляет собой два соединенных однофазных выпрямителя.

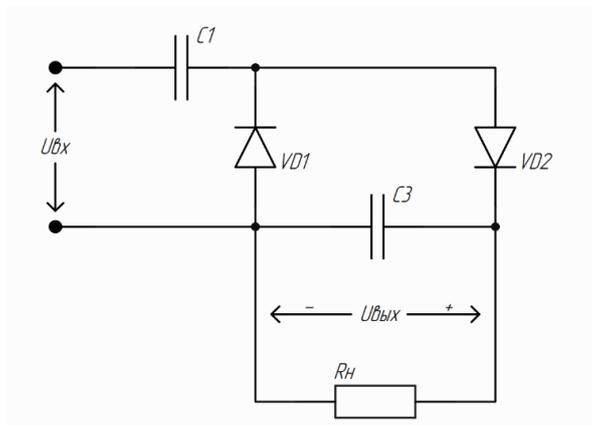


Рисунок 1 – Схема несимметричного удвоителя напряжения

Еще одна схема удвоителя напряжения, состоящая из двух однофазных однополупериодных выпрямителей с емкостным фильтром показана на рисунке 2. Данную схему называют симметричным удвоителем напряжения, входящие в схему выпрямители по входу включены параллельно, а по выходу последовательно.

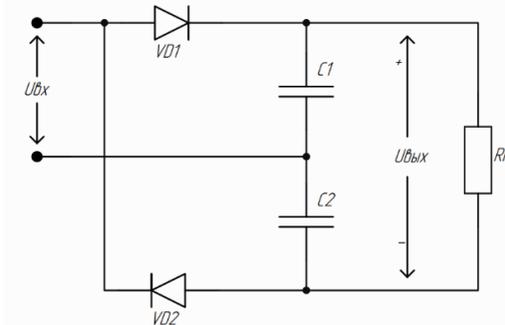


Рисунок 2 – Схема симметричного удвоителя напряжения

Принцип действия данной схемы заключается в том, что при положительной полуволне входного напряжения работает выпрямитель на диоде VD1, заряжая конденсатор C1, а при отрицательной полуволне через диод VD2 происходит зарядка конденсатора C2. В результате конденсаторы C1 и C2 заряжаются до уровня входного напряжения, а при их последовательном включении суммарное напряжение равно удвоенному входному.

Коэффициент умножения увеличивается при наращивании количества звеньев умножителя, на рисунке 3 приведен пример несимметричного умножителя из n -звеньев.

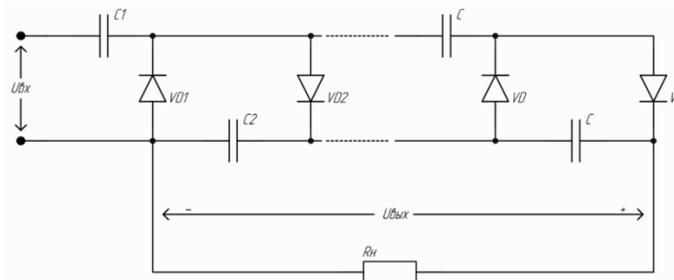


Рисунок 3 – Схема несимметричного умножителя из n -звеньев

Выходное напряжение несимметричного умножителя из n звеньев определяется из следующего выражения:

$$U_{вых} = 2n \cdot U_{вхmax} - \frac{I_n}{fC} \left(\frac{2}{3}n^3 + \frac{1}{4}n^2 - \frac{1}{6}n \right), \quad (1)$$

где $U_{вых}$ – напряжение на выходе умножителя, [В];

$U_{вхmax}$ – амплитуда входного напряжения, [В];

n – количество звеньев умножителя;

I_n – ток через нагрузку, [мкА];

f – частота входного напряжения, [Гц];

C – емкость конденсаторов, [мкФ].

Емкость конденсаторов C , определяется по формуле.

$$C = \frac{2,85n \cdot I_n}{K_n \cdot U_{вых}} = \frac{2,85n}{K_n \cdot R_n}, \quad (2)$$

где K_n – допустимый коэффициент пульсаций выходного напряжения, [%].
 R_n – сопротивление нагрузки, [МОм].

Емкость конденсатора $C1$ должна в 4 раза превышать расчетное значение C , допустимый ток через диоды должен в 2 раза превышать ток нагрузки I_n .

При использовании трансформаторов со средней точкой возможно построение симметричной схемы умножителя напряжения со множеством звеньев. Данная схема показана на рисунке 4. Особенностью данной схемы является то, что при работе на нагрузку конденсаторы средней цепочки разряжаются только током, проходящим через нагрузку. Убыль заряда восполняется дважды за период от конденсаторов крайних цепочек. Благодаря этому, пульсации и падение напряжения на выходе оказываются существенно меньше, чем в простой несимметричной схеме умножения [3].

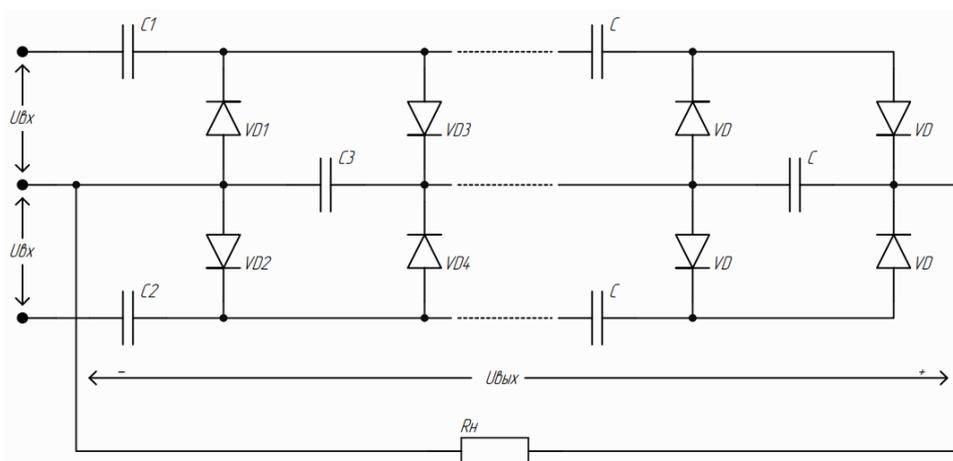


Рисунок 4 – Схема симметричного n-звенного умножителя напряжения

Выходное напряжение данной схемы можно вычислить из выражения:

$$U_{вых} = 2n \cdot U_{вхmax} - \frac{I_n}{fC} \left(\frac{1}{6}n^3 + \frac{1}{4}n^2 + \frac{1}{3}n \right). \quad (3)$$

При малых значениях n выходное напряжение растет почти пропорционально числу каскадов. При увеличении n этот рост замедляется и затем вообще прекращается. Очевидно, что делать умножители с числом каскадов большим, чем то, при котором достигается максимум умножения, не имеет смысла. Предельное значение n для схемы симметричного умножителя можно найти по формуле:

$$n = 2 \sqrt{\frac{fCU_{вхmax}}{I_n}}. \quad (4)$$

Таким образом данные схемы служат для получения высоких напряжений в ПЭМ, в зависимости от требований выходного напряжения и количества используемых компонентов. Так при использовании несимметричной схемы используется меньшее количество компонентов, а выходное напряжение менее стабильное, чем у симметричной схемы, которая требует большего числа компонентов, а также входной трансформатор со средней точкой, что усложняет конструкцию. Оба варианта схемы рабочие и имеют право на существование к примеру, в ПЭМ JEOLJEM 100-В используется несимметричная схема умножителя напряжения, состоящая из 5 звеньев.

Список использованных источников

1. Синдо Д., Оикава Т.А. «Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия». Перевод с английского языка С. А. Иванова, М.: ТЕХНОСФЕРА, 2006 – 256с.
2. В.И. Меленшин «Транзисторная преобразовательная техника», Москва: Техносфера, 2005. – 632с.
3. Д. Садченков «Умножители напряжения», г. Москва, Радио №10, 2000

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛКОЗОЛЕЙ ЗОЛОТА

© А.В. Блинов, А.А. Гвозденко, А.А. Блинова, В.В. Раффа, Д.Г. Маглакелидзе, Е.А. Бражко

*ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
г. Ставрополь, Россия*

В данной работе представлены результаты синтеза наночастиц золота в неводных – спиртовых средах. Показано, что в образцах, полученных в среде изопропанола и амилового спирта, присутствует полоса поглощения на 530 нм. Установлено, что оптимальной средой для получения алкозолей золота является изопропиловый спирт.

***Ключевые слова:** наночастицы золота, среда, спектры поглощения, плазмонный резонанс*

Наночастицы нашли широкое применение в разных областях науки и техники. Одним из перспективных направлений является синтез и исследование наночастиц благородных металлов и их композитов, которые применяются в качестве катализаторов при окислении и восстановлении различных веществ, контрастных веществ для определения онкологических заболеваний, биосенсоров, сорбентов для различных загрязненных сред [1–4].

Цель данного исследования – определение оптимальной неводной среды для получения наночастиц *Au*.

Синтез алкозолей *Au* осуществляли методом химического восстановления. В качестве золотосодержащего прекурсора использовали золотохлористоводородную кислоту, в качестве восстановителя – боргидриднария, в качестве стабилизатора – поливинилпирилодон (8000 Da). В исследовании использовали следующие растворители: амиловый, изопропиловый, изоамиловый, бензиловый и этиловый спирты. Полученные образцы исследовали методом спектрофотометрии на оптическом спектрофотометре СФ-56. Результаты представлены на рисунке 1.

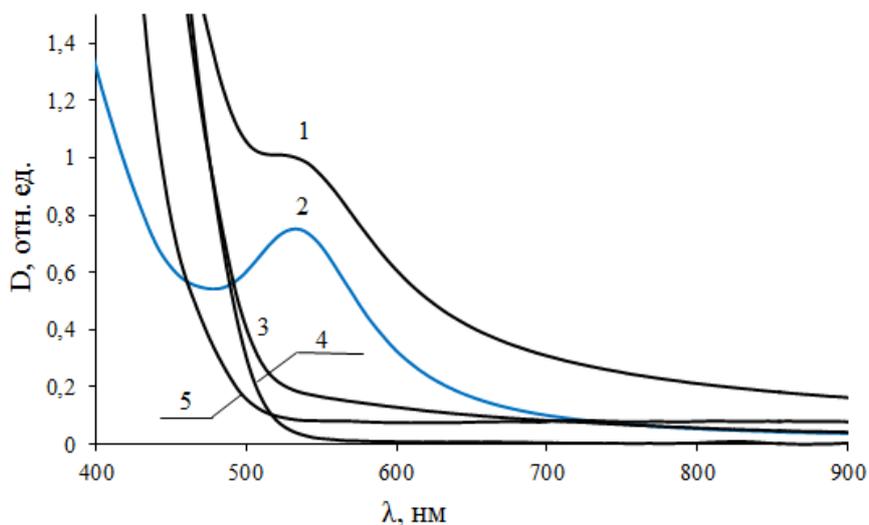


Рисунок 1 – Спектры поглощения алкозолей Au

1 – амиловый спирт, 2 – изопропиловый спирт; 3 – изоамиловый спирт;
4 – бензиловый спирт; 5 – этиловый спирт

Анализ рисунка 1 показал, что на спектре образцов, синтезированных в изопропаноле и амиловом спирте, присутствует полоса поглощения на 530 нм, что соответствует поверхностному плазмонному резонансу наночастиц золота [5]. Оптические характеристики алкозоля, синтезированного в изопропаноле, соответствуют агрегативно устойчивым наночастицам золота с монодисперсным распределением, диаметр которых составляет менее 50 нм. В остальных образцах отсутствует полоса поглощения в диапазоне 400-900 нм.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что оптимальной средой для получения алкозолей золота является изопропиловый спирт.

Планируется исследование фазового и элементного состава, агрегативной устойчивости полученных алкозолей золота.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (проект СП-1191.2019.4).

Список использованных источников

1. Peng, S. A Facile Synthesis of Monodisperse Au Nanoparticles and Their Catalysis of CO Oxidation / S. Peng, Y. Lee, Chao Wang // Nano Research. – 2008. – Vol. 1. – P. 229-234.
2. Fageria, P. Synthesis of ZnO/Au and ZnO/Ag nanoparticles and their photocatalytic application using UV and visible light / P. Fageria, S. Gangopadhyay, S. Pande // Royal Society of Chemistry Advantages. – 2014. – Vol. 4. – P. 24962-24972.
3. Zeng, S. A Review on Functionalized Gold Nanoparticles for Biosensing Applications / S. Zeng, K. T. Yong, I. Roy, et. al. // Plasmonics. – 2011. – Vol. 6. – P. 491-506.
4. Luo, X. Application of Nanoparticles in Electrochemical Sensors and Biosensors / X. Luo, A. Morrin, A. J. Killard, et. al. // Electroanalysis. – 2006. – Vol. 18, № 4. – P. 319-326.
5. Золотые наночастицы в биологии и медицине: достижения последних лет и перспективы / Л.А. Дыкман, Н.Г. Хлебцов // АСТАНАТУРАЕ. – № 2 (9). – 2011. – с 36-57.

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 6Н-ИНДОЛО[2,3-*b*]ХИНОКСАЛИНА

© А.С. Ванина, Т.А. Кудрявцев, В.Э. Мельниченко, Т.Н. Кудрявцева,
Е.В. Грехнева

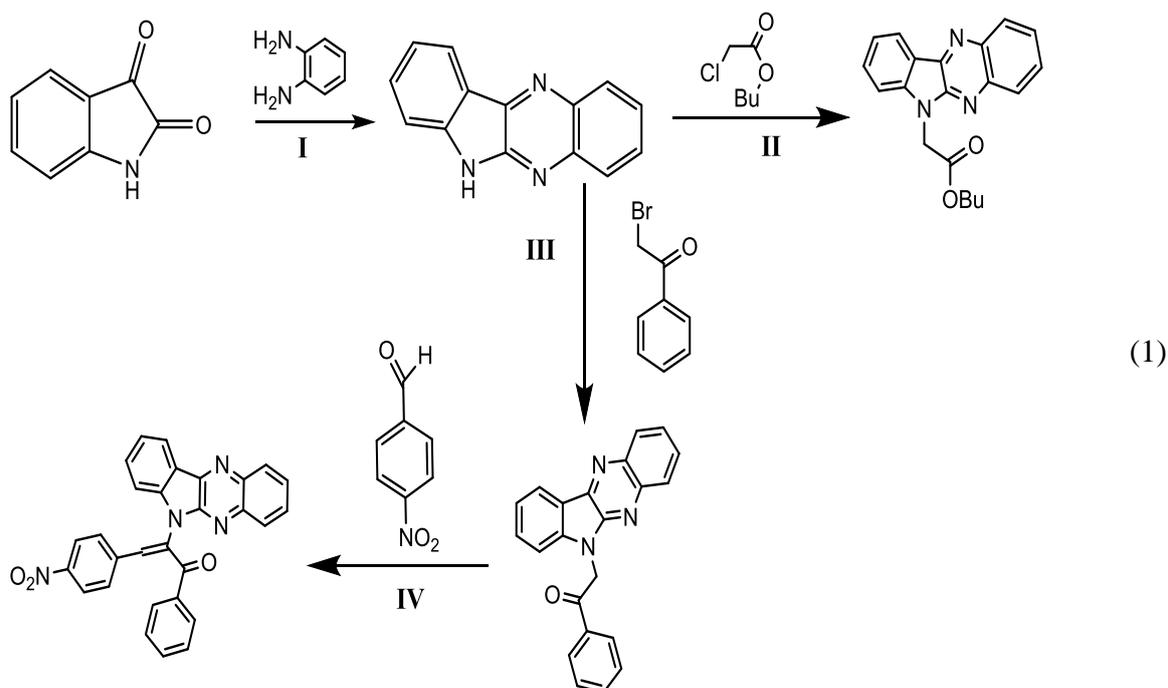
e-mail: labos@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Были проведены квантово-химические расчеты с использованием метода, разработанного на теории функционала плотности в аппроксимации V3LYP в базисе 6-311G. С помощью полученных термодинамических и кинетических параметров реакций получения 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалина и некоторых его производных обосновали возможность протекания рассматриваемых процессов.

Ключевые слова: 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин, альдольно-кратоновая конденсация, реакции алкилирования, квантово-химические расчеты, Gaussian, константа скорости.

Важной задачей является исследование кинетики реакций получения 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалина и его производных для дальнейшей оптимизации условий получения данных соединений и минимизации временных и материальных затрат. Квантово-химические расчеты имеют большое практическое значение для экспериментальных исследований в плане предварительного прогнозирования хода процесса и возможностей его контроля.

Квантово-химические расчеты для реакции конденсации изатина с о-фенилендиамином, альдольно-кратоновой конденсации, реакции алкилирования 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалина фенацилбромидом и бутиловым эфиром хлоруксусной кислоты (схема 1), были проведены в программном комплексе Gaussian, с использованием метода, разработанного на теории функционала плотности в аппроксимации V3LYP в базисе 6-311G с учетом влияния растворителя на соединение.



Для каждого соединения были рассчитаны термодинамические параметры, что позволило рассчитать энтальпию, энтропию и свободную энергию Гиббса для рассматриваемых реакций.

Также с помощью квантово-химических расчетов провели анализ кинетических возможностей данных реакций. Для этого были использованы уравнения применимые для теории активных столкновений (1), а также для теории переходного состояния (модифицированное уравнение Эйринга) (2).

$$k(TAC) = \pi d_{cp}^2 \sqrt{\frac{8k_b T}{\pi m^*}} N_A e^{\frac{-(\Delta H_{\ddagger}^+ + (1-n)RT)}{RT}} \quad (1)$$

где N_A – постоянная Авогадро, $m^* = (m_1 \cdot m_2) / (m_1 + m_2)$, k_b – постоянная Больцмана; $d_{cp}^2 = (r_a + r_b)^2$, r_a – радиус А, r_b – радиус В. Величина $\pi \cdot d_{cp}^2$ является поперечным сечением реакции, площадью столкновения молекул.

$$k(TPC) = \frac{k_b T}{h} e^{\left(l + \frac{\Delta S_{\ddagger}^+}{R}\right)} e^{\frac{-(\Delta H_{\ddagger}^+ + (1-n)RT)}{RT}} \quad (2)$$

где k_b – постоянная Больцмана; h – постоянная Планка; ΔS_{\ddagger}^+ – изменение энтропии активации в процессе образования переходного активированного комплекса; ΔH_{\ddagger}^+ – изменение энтальпии; l – молекулярность процесса.

Таблица 1– Термодинамические и кинетические параметры реакций при T=25 °C

	I	II	III	IV	
				Z	E
Энтальпия кДж/моль	-13680,24	-79,28	-159,79	144,33	53,892
Энтропия Дж/моль	-255,12	-139,34	-65,87	2995,66	2988,24
Свободная энергия Гиббса кДж/моль	-13604,18	-37,73	-140,15	-768,83	-837,05
Константа равновесия	$e^{5490,81}$	$4,11 \times 10^6$	$3,67 \times 10^{24}$	$1,81 \times 10^{131}$	$5,29 \times 10^{146}$
Энтальпия активации (ΔH_{\ddagger}^+) кДж/моль	-29,38	-159,24	-87,57	776,45	
Энтропия активации (ΔS_{\ddagger}^+) Дж/моль	58,55	-50,44	-162,43	-407,539	
Константа скорости стадии (ТАС) (k_2) (л/(моль*с) (1))	- *	$6,15 \times 10^9$	$1,40 \times 10^{16}$	$1,52 \times 10^{-135}$	
Константа скорости стадии (к) (ТПС) (л/(моль*с) (2))	9,86	$7,57 \times 10^{12}$	$4,51 \times 10^{19}$	$2,47 \times 10^{-145}$	

*Кинетические параметры указаны для лимитирующих стадий; для процесса конденсации изатина с о-фенилендиамином такая стадия является реакцией первого порядка, что предполагает невозможность расчета константы скорости по ТАС.

Исходя из данных таблицы 1, можно утверждать, что рассмотренные реакции не встречают термодинамических трудностей и должны проходить количественно. Также можно заметить, что в реакции альдольно-кетоновой конденсации возможно преобладание образования Z-изомера над E-изомером.

Данные таблицы указывают на то, что реакции алкилирования, предположительно, могут протекать достаточно быстро и при этом без нагревания.

Константы скорости реакций конденсации изатина с о-фенилендиамином и альдольно-кетоновой конденсации имеют очень низкое значение, поэтому для рационального ведения реакции необходимо нагревание реакционной смеси, а также мониторинг реакции в течение длительного времени.

ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДОВ КРЕМНИЯ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ НА ОСНОВЕ НЕФЕЛИНСОДЕРЖАЩЕГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

© Ю.О. Веляев¹, Д.В. Майоров², И.Б. Кометиани³

¹канд. техн. наук, доцент, e-mail: velyaevyo@yandex.ru, политехнический институт, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²канд. техн. наук, старший научный сотрудник, e-mail: d.maiorov@ksc.ru, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия

³канд. биол. наук, заведующий кафедрой, e-mail: ilona.kometiani@gmail.com, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

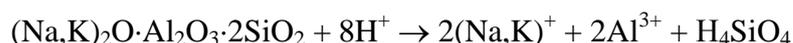
В работе приводятся результаты исследований по изучению возможности получения аморфного диоксида кремния из природного алюмосиликатного сырья – нефелинового концентрата. Показано, что в зависимости от метода синтеза SiO₂, можно получать разные по своим структурно-поверхностным свойствам (удельной поверхности, характеристикам пор и среднему расчётному диаметру частиц) материалы. Приведены данные по морфологии полученных образцов.

Ключевые слова: диоксид кремния, кремнийсодержащие ксерогели и аэрогели, нефелин, сернокислотное разложение, структурно-поверхностные свойства.

Современная промышленность нуждается в материалах с большой удельной поверхностью, которые применяются в качестве носителей катализаторов, катализаторов и сорбентов, термоизоляционных наполнителей в строительной, авиа- и ракетостроительной отраслях. В качестве такого материала часто применяют аморфный диоксид кремния, который используется в технологиях, позволяющих получать на его основе широкий спектр материалов, в том числе композиционных [1-3]. Из литературных данных известно, что варьированием технологических параметров на разных этапах синтеза можно добиться требуемых свойств у получаемых материалов [4-7]. Например, аморфный диоксид кремния с развитой удельной поверхностью и пористостью, которые являются важными параметрами для материалов, используемых в вышеперечисленных целях.

В качестве исходного сырья для получения аморфного SiO_2 , можно использовать как реактивное, так и природное минеральное сырьё. Недостатком продуктов, получаемых на основе химических реактивов, является их высокая цена, а также опасные условия труда для производственного персонала при использовании в процессе синтеза кремнийорганических соединений [8, 9]. В тоже время чистота получаемого такими способами диоксида кремния, сомнения не вызывает. Достичь высокой степени чистоты диоксида кремния на основе переработки природного минерального сырья достаточно проблематично из-за высокого содержания примесей и непостоянства химического и минералогического составов исходного сырья. Этих недостатков лишен нефелиновый концентрат (НК), который получается в процессе переработки апатито-нефелиновой руды на обогатительных фабриках ОАО «Апатит» (г. Кировск, Мурманская область). Минерал нефелин $((\text{Na},\text{K})_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2)$, количество которого в составе НК составляет 80÷85 %, обладает рядом уникальных свойств, таких как постоянство химического состава и способность разлагаться практически всеми, даже разбавленными, неорганическими (и некоторыми органическими) кислотами, что позволяет отделить кислотонерастворимые минералы (эгирин, титаномагнетит и др.), входящие в состав НК, уже на стадии кислотного разложения концентрата.

Конечными продуктами взаимодействия нефелина с кислотой по реакции



являются соли алюминия, щелочных элементов и слабодиссоциированная ортокремниевая кислота H_4SiO_4 . Наличие последней, в соответствии с закономерностями химии кремнезема, описанными Р. Айлером [10], предопределяет свойства получаемых продуктов реакции. В зависимости от концентрации используемой для разложения кислоты и температуры процесса, это могут быть как жидкие коллоидные растворы, так и студенистые, и даже полусухие, массы.

В связи с этим нами были разработаны технологии получения чистого аморфного кремнезема из нефелинового концентрата в системах $\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{SO}_4$ и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - \text{H}_2\text{SO}_4$ [11-13]. Во всех случаях нефелиновый концентрат разлагали 15 % серной кислотой, взятой в количестве 90 % от стехиометрии на $\Sigma(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O})$. Образец SiO_2 № 1 был получен при использовании в качестве разбавителя H_2SO_4 дистиллированной воды. Разложение нефелинового концентрата осуществляли в стеклянном реакторе в течение 15 минут при температуре смешения получаемого раствора серной кислоты и интенсивном перемешивании. По завершении процесса разложения нерастворимая минеральная часть реакционной пульпы отделялась от жидкой фазы фильтрацией. Из полученного кремнеземсодержащего раствора методом кислотной дегидратации [5] выделялся осадок SiO_2 , который отделялся от раствора фильтрацией, промывался на фильтре до отсутствия в промывных водах SO_4^{2-} -иона (по Ba^{2+}) и сушился при температуре 105 °С до постоянной массы.

Образец 2 был получен при использовании в качестве разбавителя этилового спирта. Разложение НК осуществлялось аналогично описанному выше. Полученный кремнеземсодержащий раствор выдерживали в течение 48 часов. При этом присутствующие в нём соли натрия, калия и алюминия кристаллизовались в виде квасцов $((\text{Na},\text{K})_2\cdot\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 24\text{H}_2\text{O})$, которые отделяли фильтрацией, а маточный раствор подвергали желатинизации при комнатной температуре с образованием геля SiO_2 , который отмывали от сульфат-иона как описано выше. Промытый гель SiO_2 делили на две части, одну из которых сушили при температуре 105 °С с получением ксерогеля

(образец 2), а другую – в условиях сверхкритической сушки (температура – 50 °С, давление – 15 МПа в атмосфере CO₂) с получением аэрогеля (образец 3).

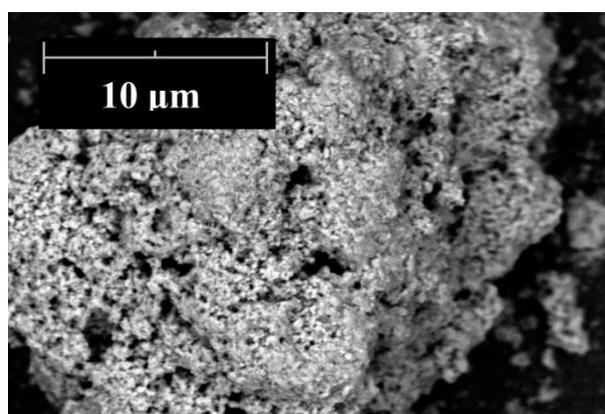
Структурно-поверхностные характеристики образцов (таблица) определялись на анализаторе удельной поверхности и пористости TriStar 3020 методами BET и ВЈН. В качестве газа-адсорбата использовался азот.

Средний диаметр частиц (d) рассчитывали по уравнению: $d = 6/(S_{уд.внеш.} \cdot \rho)$, где $S_{уд.внеш.}$ – удельная внешняя поверхность образца, м²/кг; ρ – физическая плотность SiO₂ (2200 кг/м³).

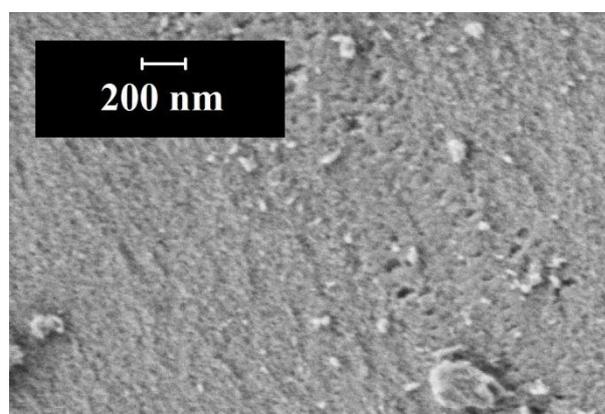
Морфология получаемых материалов изучалась с помощью электронного микроскопа высокого разрешения Carl Zeiss NVision 40 и электронного микроскопа Phenom ProX при ускоряющем напряжении 1 кВ. Полученные изображения приведены на рисунке 1.

Таблица 1– Структурно-поверхностные свойства образцов диоксида кремния

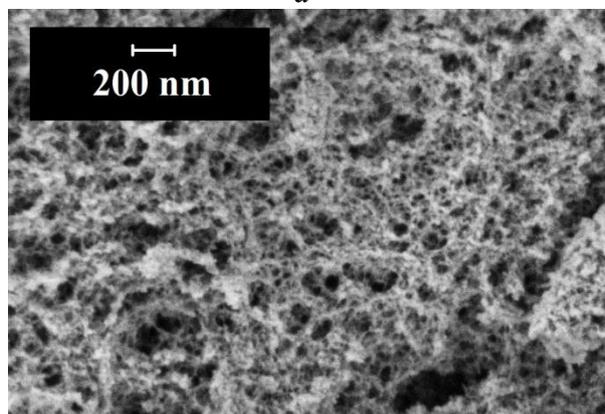
Показатель	№ образца	1	2	3
1. Удельная поверхность по методу БЭТ, м ² /г		469.1	601.7	843.6
2. Удельная поверхность микропор, м ² /г		25.34	202.93	-
3. Удельный объем пор (1.7 нм ≤ d ≤ 300 нм), определенный по методу ВЈН (адсорбция), см ³ /г		0.99	0.38	0.40
4. Ширина пор по методу БЭТ, нм		7.98	2.52	1.87
5. Диаметр пор по методу ВЈН (десорбция), нм		8.27	2.88	2.41
6. Средний диаметр частиц, нм		6.15	4.57	3.23



а



б



в

Рисунок 1– Морфология полученных образцов SiO₂:
а – 1; б – 2; в – 3.

Содержание примесей во всех образцах (в пересчёте на $\Sigma(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Na}, \text{K})$) составляло не более 0.005 %, что подтверждается полуколичественным методом анализа и рентгеноспектральным микроанализом, проведённым с помощью приставок рентгеновского микроанализа к указанным выше электронным микроскопам на ускоряющем напряжении 15 кВ.

Из представленных экспериментальных данных видно, что полученные образцы SiO_2 обладают достаточно развитой удельной поверхностью и малым содержанием примесей, что даёт возможность их использования в традиционных сферах применения. При этом относительная простота их получения на основе дешёвого природного минерального сырья позволяет предположить и высокую экономическую эффективность этих технологий, что делает их конкурентоспособными как на отечественном, так и зарубежном рынках.

Список использованных источников

1. Michel A. *Aerogels Handbook* / Springer Science+Business Media. LLC. 2011;
2. Baetens R., Jelle B.P., Gustavsen A., *Aerogel insulation for building applications: a state-of-the-art review* / *Energy and Buildings*. 2011. No 43. P. 761–769;
3. Jiao Y., Wan C., Li J., *Synthesis of carbon fiber aerogel from natural bamboo fiber and its application as a green high-efficiency and recyclable adsorbent*, *Materials and Design*. 2016. No 107. P. 26–32;
4. Omranpour H., Motahari S., *Effects of processing conditions on silica aerogel during aging: Role of solvent, time and temperature* / *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2013. No 379. P. 7–11;
5. Матвеев В.А., Веляев Ю.О., Майоров Д.В. Усовершенствование метода выделения чистого диоксида кремния из растворов от серно-кислотного разложения нефелина / *Химическая технология*. 2013. Т. 14. № 8. С. 453-459;
6. Lermontov S.A., Malkova A.N., Sipyagina N.A. et al., *Comparative analysis of the physicochemical characteristics of SiO_2 aerogels prepared by drying under subcritical and supercritical conditions* / *Inorganic Materials*. 2017. No 53. V. 12. P. 1270-1278;
7. Sarawadea P. B., Shao G. N., Quang D. V., Kim H. T. *Effect of various structure directing agents on the physicochemical properties of the silica aerogels prepared at an ambient pressure* / *Applied Surface Science*. 2013. No. 287. P. 84–90;
8. Kim H.M., Noh Y.J., Yu J., Kim S.Y., Youn J.R., *Silica aerogel/polyvinyl alcohol (PVA) insulation composites with preserved aerogel pores using interfaces between the superhydrophobic aerogel and hydrophilic PVA solution*, *Composites: Part A*. 2015. No. 75. P. 39–45;
9. Luo Y., Li Z., Zhang W., *Rapid synthesis and characterization of ambient pressure dried monolithic silica aerogels in ethanol/water co-solvent system* / *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2019. No. 503–504. P. 214–223;
10. Айлер Р. *Химия кремнезема*. Пер. с англ. Т. 1-2. М. 1982.
11. Захаров В. И., Калинин В. Т., Матвеев В. А. Майоров Д. В. *Химико-технологические основы и разработка новых направлений комплексной переработки и использования щелочных алюмосиликатов. Ч.1* / *Апатиты: Изд. КНЦ РАН*. 1995. 181 с.;
12. Веляев Ю.О., Майоров Д.В., Матвеев В.А. *Изучение кинетики полимеризации кремниевой кислоты при сернокислотной переработке нефелина* / *Auditorium*. 2014. № 1 (1). С. 33-38;
13. Веляев Ю.О., Иванов В.К., Лермонтов С.А., Майоров Д.В., Кометиани И.Б., Кудрявцева Т.Н. *Изучение возможности получения кремниевых аэрогелей из нефелина*

/ Нанотехнологии в современных материалах технологического и биомедицинского назначения: Материалы научно-практического семинара г. Севастополь, 19-21 сентября 2018 г.– Севастополь: Севастопольский государственный университет. 2018. С. 19-21.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

© С.Н. Волкова¹, Е.Е. Сивак², М.И. Пашкова³

¹д-р с.-х. наук, профессор, e-mail: volkova_47@mail.ru, ФГБОУ ВО Курская ГСХА, г. Курск, Россия

²д-р с.-х. наук, профессор, e-mail: elenasivak77@mail.ru, ФГБОУ ВО Курская ГСХА, г. Курск, Россия

³канд. с.-х. наук, доцент, e-mail: marina010104@yandex.ru, ФГБОУ ВО Курская ГСХА, г. Курск, Россия

Целью наших исследований было показать единый план действий в системе высшего образования через призму математики и ее приложений. А также роль профессорско-преподавательского состава в педагогическом аспекте ее преподавания в лице известнейших всему миру личностей. Обо всем об этом подробнее рассмотрено в статье с надлежащими из нее выводами для современной педагогики.

Ключевые слова: математика, численные методы, ряды, образование, дисциплины, техника, инженер, нанотехнологии.

В нашей отечественной школе высшего образования произошли и происходят изменения в виде качелей. На одну и ту же дисциплину дается то больше часов, то меньше, то снова больше. Хотя просматривается одна тенденция, наверняка, а, именно, увеличение часов на практику во всех ее ипостасях: и учебную, и производственную, и в овладении дисциплиной. Образовательные стандарты меняются с такой скоростью, что, если убрать компетенции в них, то по существу ничего не меняется. Перейдя на двух уровневую систему образования и разделяя учебные заведения Высшей школы на университеты, академии, институты, введя профессиональное обучение, мы не открываем Америки, а возвращаемся к той старой хорошо забытой системе, в которой учились наши предки, такие как Д.И. Менделеев, А.Н. Крылов, П.Л. Чебышев, М.В. Остроградский, А.А. Марков и многие другие ученые, труды которых мы используем в своей практической деятельности. «Не учите много, не учите мало, а учите средственно». «Учить показом, а не рассказом» (А.Н. Крылов) – вот в чем основа формирования специалиста [1]. В последнее время в нашей стране инженерному образованию стали уделять особое внимание. Настоящий инженер должен верить своему глазу больше, чем любой формуле. Он должен помнить слова натуралиста и философа Гексли: «Математика, подобно жернову, переламывает то, что под него засыпают», – вот на эту-то засыпку прежде всего инженер и должен смотреть»[1-3]. Принцип, которым руководствуется настоящий преподаватель в том, чтобы здравый смысл не заслонялся и не был бы жертвой, отвлеченный от насущности так называемой «чистой» науки.

Занимаясь более 40 лет разными вопросами техники, требующими приложения математики, следует отметить, что за эти годы некоторые разделы математики и теоретической механики приходилось применять чуть ли не ежедневно, другие – раз в месяц, третьи – раз в год, и, наконец, были такие, которые понадобились один раз за 40

лет. Представьте себе, что вам читают все эти разделы и что-нибудь из них попадет через 30 лет. Поверьте, что вы к тому времени так это забудете, что вам придется это как бы вновь изучать, прежде чем применить.

Инженеры работают над практическим делом, которое всегда требует не столько общих рассуждений, а конкретного ответа. Значит, прежде всего, надо уметь производить численные вычисления быстро и верно. В общем курсе математики изучают ряды и их свойства, но, не имея практики в применении их к вычислениям с точки зрения быстрого и верного, с требуемой степенью точности получения результата, вряд ли сможете воспользоваться этими знаниями в интегральном исчислении.

Вот этим и придется на практике пополнять то, что вы знаете о рядах. В практике с этим будете встречаться раз в неделю. Также будете встречаться с интегрированием функций и интегрированием дифференциальных уравнений, но опять с другой точки зрения, нежели преподают в общем курсе математики.

На практике вы почти не будете встречать функций, интегралы от которых выражаются в конечном виде. Еще меньше классов дифференциальных уравнений, интегрируемых в конечном виде. Следует показать, как интегрировать с требуемой степенью точности любое обыкновенное дифференциальное уравнение, это будет встречаться, по крайней мере, раз в месяц, а то и чаще, в связи с бурным развитием нанотехнологий. Раз в год будет всем встречаться обыкновенные дифференциальные уравнения, в которых требуется удовлетворить не только заданным начальным условиям (задача Коши), но и заданным граничным условиям. Этим вопросам тоже следует уделить внимание, поясняя их.

Аналогично, подобный характер применять следует к курсу теоретической механики. Переформулируя слова академика А.Н. Крылова к настоящему времени, к будущим инженерам, можно сказать: «Помните, что каждая неверная цифра – это ошибка, всякая лишняя цифра – это пол-ошибки». Так, например, с теоретического чертежа вы снимаете ординату с точностью до четырех значащих цифр, скажем 12,37, а затем для определения момента инерции возводите её в куб и выписываете все 12 цифр, то знайте, что уже четвертый из найденных вами знаков является неверным. Поэтому увеличение точности расчета влечет за собой решение проблем неопределенностей, возникающих в нанотехнологических расчетах, в которых порядок меряется 10^{-9} .

«Не учите много, не учите мало, а учите средственно».

Стремление как можно больше дать, вбить в голову студента знаний ведет, по мнению академика, к перенасыщению этими знаниями, к невосприятию и неусвоению их. Ибо человеческая способность усвояемости не бесконечная, а ограниченная. «Учить показом, а не рассказом» – вот в чем основа формирования специалиста.

С помощью цифровых технологий и современной вычислительной техники расширяются границы усвоения дисциплины, переводя ее на новый уровень восприятия. А отечественный прорыв в робототехнике позволяет будущему инженеру не только конструировать отдельные технологические процессы, но и автоматизировать целые производственные линии для решения задач народного хозяйства [6-9].

Как показывает наш опыт вполне возможно за два года, т.е. четыре семестра, освоить аналитическую геометрию и линейную алгебру, начала дифференциального и интегрального исчисления, основы статики, основы сопротивления материалов, теорию вероятностей и математическую статистику.

Особое внимание следует уделить теории приближенных функций, изысканию о приближенных вычислениях, теории вероятностей с точки зрения трудов П.Л. Чебышева. В те времена, а, именно, 1910 году, выяснили, что рассчитывая

площади и элементы по способу Симпсона, а не Чебышева, допускают погрешность в 2 раза больше и при этом расчет в 10 раз больше по времени идет. Несмотря на то, что уже 21 век, а в учебниках [4-5] излагается для вычисления площадей метод Симпсона. Пришло время активизировать достижения отечественных разработок и их продвижению к внедрению в практическую деятельности и научно-исследовательскую работу. Математика не только царица наук, она вечно юный, неиссякаемый источник вдохновения.

За внешней легкостью и простотой приемов в решениях извечных математических задач, как за легкостью и простотой истинной поэзии, стоит, разумеется, напряженная работа мысли, изнуряющая и вдохновляющая одновременно.

Гироскопия, механика, баллистика, вибрация, астрономия, нанотехнологии – древние и новообразующиеся науки – постоянно в поле внимания математических исследований. Веками проверены и современны как никогда принципы, сформулированные в выводах и осовремененные нашими исследованиями.

- Основной принцип в педагогике в подготовке специалистов с высшим образованием является «учить средством» ибо человеческая способность усвоения ограничена. С помощью инноваций в образовании следует расширять границы этой ограниченности, вводя новые образовательные технологии.

- Основа формирования специалиста состоит в наведении студента, используя его природные способности, к выбору его будущей деятельности, а не вдалбливание ему курс за курсом в полном объеме, на изучение которого сам обучающийся затратил не одно десятилетие. Для этого достаточно на занятии назвать тему, ключевые слова и дать время для отыскания студентами информации и её осмысления. Самые сложные моменты раскрыть преподавателю. Обсудить результаты, сделать выводы и указать литературу и сайты для более углублённого изучения материала по заданной теме.

- В любых, в том числе и математических, и теоретических исследованиях обязателен выход на объект практического приложения результатов решений.

- Язык математики – это числа, сведения к ним любой проблемы является орудием для практических приложений. Это особенно актуально в век цифровой экономики.

- В современных условиях принципом в приближенных вычислениях является то, что вычисление должно производиться с той степенью точности, которое необходимо для практики, причем всякая неверная цифра составляет ошибку, а всякая лишняя цифра – половину ошибки. Актуализировать работу по совершенствованию поиска полезной информации и творческое развитие личности в умении корректно ставить задачу и получать адекватную модель при рассмотрении нанотехнологических процессов.

- Профессор – это немало и благодатно, это подтверждение таланта людей одержимых и устремленных, это успех и заслуженная гордость. Поэтому плох тот преподаватель, который не работает над собой и не стремится повысить свою квалификацию.

- Численные вычисления вам понадобятся каждый день. Поэтому методы их производства и должны быть усвоены в первую голову. Одновременно читая общий курс следует уделять пристальное внимание решению практических, инженерных задач с помощью вычислительной техники.

Список использованных источников

1. Липилин В.Г. Крылов // М.: Молодая гвардия.- 1983.- 223 с.

2. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И. и др. Совершенствование научно-образовательной среды в Российской Федерации // Региональный вестник. -2017. - №3(8).- С.41-47.

3. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пикалова Н.Б., Овчинникова Е.В., Кобченко С.Н. Обоснование методики оптимизации данных научного эксперимента с точки зрения стандартизации //Вестник КГСХА.- 2018.- №8.- С.150-157.

4. Кудрявцев В.А., Демидович Б.П. Краткий курс высшей математики. // Изд-во «Наука» Главная редакция физико-математической литературы. М.- 1975.- 624 с.

5. Григорьев В.П., Сабурова Т.Н. Математика: учебник для студентов.- М.: Издательский центр « Академия».- 2017.- 368 с.

6. Волкова С.Н., Романова Т.И., Пашкова М.И., Сивак Е.Е., Костенко Н.А. К вопросу оценки качества прогнозов моделирования экосистем // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. -№3.- 2017. - С.38-45.

7. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Морозова В.И. и др. Использование компьютерного моделирования для прогнозирования развития сельскохозяйственного производства// Региональный вестник. - 2017.- №4(9).- С.36-38.

8. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Пашкова М.И., Шлеенко А.В., Герасимова В.В. Альтернативная методика изучения дисциплины// Вестник КГСХА.- 2016.- №1.- С.77-78.

9. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Морозова В.И., Белова Т.В. Создание гибких автоматизированных линий для решения задач сельскохозяйственного производства// Вестник КГСХА.- 2016.- № 9.- С.74-76.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО БЕНТОНИТА И ПЕРСПЕКТИВА ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДИАГНОСТИКУМА ДЛЯ ИНДИКАЦИИ РАДИОИНДУЦИРОВАННЫХ ТОКСИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**© Р.Р. Гайнуллин¹, С.М. Хантимеров², Р.Н. Низамов³, Н.М. Василевский⁴,
К.Н. Вагин⁵**

¹канд. биол. наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», г. Казань, Россия

²канд. физ.-мат.наук, старший научный сотрудник КФТИ им. Завойского, обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия

³д-р вет. наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», г. Казань, Россия

⁴д-р вет. наук, заместитель директора ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» по научной работе и инновационному развитию, г.Казань, Россия

⁵канд. биол. наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», г. Казань, Россия

Поиск методов и средств повышения эффективности серологических реакций для индикации радиотоксических веществ в организме животных и животноводческой продукции представляет одну из актуальных задач радиоиммунологии. Учитывая вышеизложенное, нами предприняты настоящие исследования, целью которых является повышение чувствительности иммунохимической реакции за счет получения и применения природного химического наноиммуносорбента при конструировании диагностического препарата.

Ключевые слова: Бентонит, иммуносорбент, ультразвуковая установка, диагностикум, наноразмерный бентонит, адсорбция, флокуляция.

Основная часть: Экспериментальную часть работы, а именно получение и исследование наноразмерного бентонита проводили совместно с сотрудниками Физико-технического института РАН им. Завойского путем предварительного диспергирования бентопорошка («Бентонит Хакасии») в изопропиловом спирте марки ХЧ в соотношении 1 г бентонита на 200 мл изопропилового спирта и последующей обработкой с помощью ультразвукового генератора И-10-0,63 мощностью 630 Вт и частотой 22 кГц при комнатной температуре в течение 1,5 часов. После ультразвукового воздействия полученный раствор помещали в вакуумный сушильный шкаф УТ-4660 V и высушивали под вакуумом при температуре 80 °С в течение 8 часов.

Структуру полученного наноразмерного бентонита изучали методом сканирующей микроскопии на электронном микроскопе «EVO 50 XVP» (Carl Zeiss) с системой зондового микроанализа «INCA Energy -350». При этом исследования показали, что структура наноразмерного бентонита представлена частицами трех различных размеров: мелкие образования с размером 21-26 нм, их доля превышала 48 %, средние частицы имели размер 30-33 нм и около 13 % частиц были величиной 94-97 нм. В структуре наноразмерного бентонита частицы имели форму расплюснутых бугорков с хаотичным их расположением. В тоже время было установлено, что при уменьшении размеров частиц минерала до 21-26 нм, полная физическая поверхностная площадь бентонита за счет физического ультразвукового воздействия увеличилась в 700-900 раз в сравнении с нативным образцом, что позволит увеличить чувствительность реакции бентонитовой флокуляции.

Полученные результаты дают основание для проведения дальнейших исследований по конструированию бентонитового нанодиагностикума с использованием полученных наночастиц бентонита в реакции бентонитовой флокуляции (РБФ) путем адсорбции антигена или антител на наночастицах бентонита.

Список использованных источников

1. Антипов, В.А. перспективы применения природных алюмосиликатных минералов в ветеринарии / В.А. Антипов, М.П. Семенов, А.С. Фонтанецкий и др. // – 2007. – №8. – С. 54-57.
2. Киршин, В.А. Способ серологической диагностики радиационных поражений с помощью реакции непрямой гемагглютинации (РНГА) / В.А. Киршин, Р.Н. Низамов, Г.В. Конюхов и др. // Патент РФ № 2145712 от 31.07.1997 г.
3. Кудряшов, Ю.Б. Роль биологически активных веществ радиотоксинов в лучевом поражении / Ю.Б. Кудряшов, Е.Н. Гончаренко // Радиобиология. – 1970. – Т.10. – В.2. – С. 212-229.
4. Пручкина, З.В. Способ получения диагностикума для проведения реакции бентонитовой флокуляции / З.В. пручкина, Г.П. Сомов, Л.В. Краснова и др. // Патент СССР №952260 от 22.08.82 // Бюлл. №31. 1982 г.
5. Гайнуллин, Р.Р. Применение бентонита в качестве иммуносорбента при конструировании противорадиационного диагностикума // Ветеринарный врач. – 2008. - №6. – С. 17-20.

ВАЖНОСТЬ ВВЕДЕНИЯ КУРСА РОБОТОТЕХНИКИ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

© С.А. Горбунов

учитель информатики, МБОУ «Школа №54», г.Курск, Россия

Стремительное развитие технологий, требует подготовки технически грамотных кадров, которую необходимо начинать ещё в школе..

Ключевые слова : дополнительное образование,, обучающиеся, компьютерные технологии, робототехника.

В конце 2016 года Президент РФ Владимир Путин поручил кабинету министров совместно с администрацией главы государства разработать и утвердить программу «Цифровая экономика». По словам Владимира Путина, при реализации программы следует опираться на российские компании, научно-исследовательские и инжиниринговые центры страны. Также президент призвал «провести инвентаризацию и устранить административные, правовые и любые иные барьеры, которые мешают бизнесу выходить на существующие и формирующиеся высокотехнологичные рынки, а также обеспечить такие проекты финансовыми ресурсами». Для развития этих программ кроме финансовых ресурсов, возникает острая необходимость в воспитании будущих кадров.

Национальный проект «Образование» одной из задач ставит «создание современной и безопасной цифровой образовательной среды, обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов и уровней». В соответствии с этим приоритетным направлением развития современного образования является развитие цифрового образования и внедрение в образовательный процесс дистанционных технологий. Актуальность направления заключается в необходимости соответствия новому уровню запросов цивилизации, требующей создания системы обучения и воспитания просвещенных пользователей, обеспечения системного подхода в построении открытой информационной образовательной среды и формирования у обучающихся компетенций XXI века – креативность, критическое мышление, коммуникация, кооперация. Проект «Цифровое образование: новый вектор развития дополнительного образования» позволит выделить перспективные «точки роста» в области электронного обучения в сфере дополнительного образования и предложить на их основе пути эффективного применения цифровых и дистанционных технологий.

Задачами проекта «Цифровое образование»:

- Создавать правовое регулирование, развивать информационную инфраструктуру, обеспечивать безопасность личности, бизнеса, государства.
- Готовить кадры.
- Внедрять отечественные технологии, в том числе в сферу государственного управления.

Целями проекта «Цифровое образование» к 2024 году являются:

- Вывести 10+ конкурентноспособных компаний-лидеров на глобальный рынок.
- Сделать 10+ цифровых платформ для основных отраслей экономики страны.
- Обеспечить работу 500+ малых и средних предприятий в сфере создания цифровых технологий и платформ для цифровых услуг.

Экономистам цифровые технологии откроют те же преимущества, что и специалистам других отраслей. Они снизят расходы, автоматизируют работу и помогут прогнозировать экономические события через ИИ.

Основные направления цифровизации системы образования в России обозначены докладом «12 решений для нового образования». В нём есть меры, которые сделают обычную школу – цифровой, например:

- Внедрить игры и симуляторы – они помогут сделать обучение нагляднее и работать школьникам в команде.

- Сделать систему дистанционного обучения, когда учишься где удобно, а экзамены сдаёшь в классе.

- Создать систему, которая будет подбирать для каждого индивидуальную программу обучения.

Бесспорно, на сегодняшний день существует огромное множество кружков робототехники, это и кружки в домах творчества, школах, частных центрах. Но, исходя из своего опыта преподавания данного курса, как в школе, так и в двух детских центрах, в том числе в международном детском клубе Роббо, могу предположить, что идеальной программы и методики преподавания предмета не существует. Различные программы и курсы предполагают изначально наличие базовых однотипных компетенций, сформированных у ребёнка, и, зачастую, не учитывают индивидуальные особенности ребёнка, поскольку в одной группе всегда есть лидеры и отстающие.

Важна, прежде всего, личность самого ребенка и происходящие с ней в процессе обучения изменения, а не сумма знаний, накопленная за время обучения. Таким образом, возникла необходимость в новой модели обучения, построенной на основе современных технологий, реализующей принципы личностно- ориентированного образования. К таким технологиям относятся информационные технологии, позволяющие по-новому организовать систему обучения, в которой ученик является активным и равноправным участником образовательной деятельности. Новые стандарты образования предполагают знакомство учащихся с информационными технологиями посредством курса по робототехнике. Человечество во всем мире давно активно использует роботов в различных областях жизнедеятельности, и перспектива развития робототехники, на мой взгляд, не имеет границ. И чем раньше ребенок начнет приобщаться к техническому творчеству по созданию и управлению роботами, тем больших результатов он достигнет в старшем возрасте. В нашей стране робототехникой стали заниматься несколько лет назад.

Такая экспериментальная деятельность легла, в основном, на плечи учителей информатики. На момент начала освоения основ робототехники наметился ряд противоречий: четко обозначилось несоответствие между необходимостью включения робототехники в образовательный процесс для приобретения учащимися образовательных результатов, востребованных на рынке труда, и неразработанностью этих вопросов в педагогической науке. Не было программ, пособий по теме «Робототехника». Учителя остро нуждались в курсах повышения квалификации по данному направлению. Робототехника велась факультативно с ребятами средней и старшей школы, а так же в дополнительном образовании. Таким образом, благодаря первым учителям-энтузиастам было наработано программно-методическое обеспечение курса.

На сегодняшний день особенности преподавания робототехники можно обозначить следующим образом, – робототехнику начали вести учителя, прошедшие обучение на курсах. Среди них оказались учителя начальных классов, информатики, технологии и другие. Специфика преподавания основных предметов разная и уровень владения информационными технологиями различный. Поэтому учителям самим сначала надо основательно проработать материал, а затем предлагать компьютерные программы детям. Понятно, что это дополнительная и весьма объемная нагрузка. Дети относятся к роботам как к игрушкам, поэтому интерес к занятиям у них очень высок.

Необходимо поддерживать этот интерес активной деятельностью, которая приводит к реальным результатам. Только когда ребенок увидит плоды своего творчества, у него появится желание углублять свои знания и усложнять объекты деятельности. Но условия проведения занятий в разных школах различны. Идеальный вариант – это отдельное помещение, укомплектованное компьютерами, как это предусмотрено разработчиками программы, имеющее шкафы или стеллажи для хранения конструкторов и изделий, сделанных учащимися. На примере своего учреждения могу сказать, что отдельный класс для занятий есть, компьютерами обеспечили, а конструктора для изготовления роботов не хватает. Желающих много, а охват маленький. За 45 минут ребенок должен успеть собрать простейшую конструкцию и сразу же разобрать ее, потому что следующая группа детей работает с этими же конструкторами. Хочется верить, что это временные трудности, которые неизбежно возникают на начальных этапах любой новой деятельности, и образовательная робототехника приобретет значимость и актуальность. Ведь уже сейчас в современном производстве и промышленности востребованы специалисты, обладающие знаниями в этой области, а начинать готовить таких специалистов нужно в школе и с самого младшего возраста.

В своей статье «Информационные и коммуникационные технологии для принятия управленческих решений» Ваграменко Ярослав Андреевич рассматривает методические рекомендации по включению робототехнических устройств в учебный процесс.

Образовательная робототехника – цикл мероприятий в общеобразовательной школе или учреждениях дополнительного образования, в котором программирование и конструирование, объединяясь, позволяют формировать навыки технического творчества, мотивируют учащихся на изучение точных наук и обеспечивают их раннюю профессиональную ориентацию, способствуют развитию у учащихся моторики, усидчивости и трудолюбия, а также тяги к исследовательской и проектной деятельности.

В связи с развитием вычислительной техники, появлением дешевых и мощных микропроцессоров и сетей программно-управляемые устройства получили широкое распространение, что обуславливает необходимость их изучения в общеобразовательных учреждениях, внедрения робототехники как в основной учебный процесс, так и во внеурочные занятия. Не вызывает сомнений и необходимость методической поддержки педагогов, преподавателей центров технического творчества и специалистов, ведущих практическую деятельность по реализации образовательных программ в области образовательной робототехники в условиях новых Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС).

Для развития данного направления обучения сегодня могут быть предложены различные методические и программные комплексы в зависимости от уровней начального или более продвинутого обучения.

Особую сложность в изучении робототехники представляет тот факт, что на сегодняшний день она не включена в курс общего образования. Изучение данного курса выносится на элективные ,внеурочные занятия, а так же дополнительное образование (кружки и секции).

По сколько учебные планы укомплектованы, то для изучения робототехники отводятся лишь часы внеурочной, а так же кружковой деятельности. Бесспорно, важно отметить, количество вовлечённых детей несравнимо меньше, нежели при введении в основную программу, но следует отметить и положительные моменты, поскольку остаются лишь заинтересованные дети. Это способствует большей мотивации учащихся.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

© Л.А. Горбунова

учитель математики, МБОУ «Школа №54», г.Курск, Россия

Для ребёнка школа является одним из важных факторов социализации. Системное использование технологий дистанционного обучения – одно из решений проблемы образования и социализации детей в условиях невозможности посещения школы.

Ключевые слова : *дистанционное обучение, обучающиеся, компьютерные технологии.*

Дистанционное обучение – это обучение с использованием информационных и телекоммуникационных технологий, которые выполняют функцию связующего звена между учениками и учителем, находящимися на расстоянии. Расстояние возникает, когда в школе нет учителя и учащиеся вынуждены обращаться за помощью к учителям, находящимся в других населённых пунктах, когда дети болеют и не могут посещать школу, когда требуется организовать внеклассные индивидуальные занятия для нестандартного ребёнка, когда дети находятся на самоизоляции.

Дистанционная форма обучения предоставляет обучающимся возможность освоения образовательных программ в удобное для них время и независимо от их местонахождения, в любом месте, где есть компьютер и Интернет.

Дистанционное обучение математике активно использует различные типы ЦОР, в том числе комплекты гипертекстовых мультимедийных материалов, тестовые системы. В дистанционном обучении также возможно использование различных виртуальных конструкторов, тестов, видеоконференций и других форм передачи и проверки знаний обучающихся.

И таких материалов в распоряжении учителя сегодня достаточно много. В рамках различных федеральных программ, нацеленных на развитие российского образования, был разработан большой массив цифровых образовательных ресурсов по всем школьным дисциплинам, в том числе и по математике.

Дистанционное обучение может включать и работу с различными нецифровыми материалами. В этом случае в системе дистанционного обучения фиксируются только результаты деятельности обучающегося, например полученные ответы.

Дистанционное обучение является важнейшей формой образовательного процесса, появившейся благодаря внедрению в учреждения образования современных средств ИКТ.

Дистанционное обучение представляет собой совокупность современных педагогических, компьютерных и телекоммуникационных технологий, методов и средств, обеспечивающая возможность обучения без посещения учебного заведения, но с регулярными консультациями у преподавателей. Дистанционная форма обучения не регламентирует временные и территориальные требования к реализации учебного процесса.

Применение интерактивных информационных средств обучения повышает эффективность уроков, процесса их выполнения, а также самоконтроля, самооценки и оценки успешности обучения.

Учитель, планирующий дистанционный урок, сам должен понимать:

- какие цели он ставит перед собой при разработке урока;
- чему он хочет научить ученика;
- как сформулировать их для учащегося.

Используя дистанционные технологии педагоги применяют разнообразные формы работы с детьми, среди которых Skype-занятия, web-занятия, конференции в Zoom, работа на платформах ЯКласс, Учи.ру, помимо этого в своей работе в условиях самоизоляции в образовательном процессе я использовала платформу обучения Техношкола, созданную в рамках получения гранта нашей образовательной организацией «Развитие и распространение лучшего опыта в сфере формирования цифровых навыков образовательных организаций, осуществляющих образовательную деятельность по общеобразовательным программам, имеющим лучшие результаты в преподавании предметных областей «Математика», «Физика», «Информатика», где ребята самостоятельно изучают образовательный ресурс, выполняют задания, а педагог его проверяет и дает обязательную рецензию выполненному заданию при заходе в личный кабинет.

Ученики постоянно выступают в активной роли. Формы обучения каждого урока соответствуют особенностям восприятия и мыслительной деятельности детей, целям и задачам конкретных занятий. Активно используется система тестов различного уровня от простого выбора ответов, до совмещения описания и изображения, кроме того система позволяет выбирать заданную точность получения правильного ответа.

При такой организации дистанционного обучения реализуется индивидуальная образовательная траектория каждого ученика. Объем учебных занятий, их содержание и темп прохождения дозируется строго индивидуально.

Специальная учебная среда позволяет прокомментировать каждую работу ученика, дать рекомендации по исправлению ошибки – работать с каждым ребенком до полного решения учебной задачи. Задача учителя – не передать ученику определенный объем знаний, а организовать его самостоятельную познавательную деятельность, научить его самостоятельно добывать знания и применять их на практике.

При дистанционном обучении учитель «ведет за руку» каждого ученика. Специальная учебная среда позволяет: прокомментировать каждую работу ученика, дать рекомендации по исправлению ошибки – работать с каждым ребенком до полного решения учебной задачи.

Бесспорно, существует ряд трудностей при внедрении дистанционных технологий, так как не все дети умеют работать с полным функционалом программ, поскольку их компьютерная грамотность сводится в основном к общению в социальных сетях и игре. Кроме этого важную роль играет трудность восприятия обучения, так как дети привыкли к традиционной модели общения с учителем, привыкли к контролю знаний. Дистанционное обучение открывает возможность для детей списывания готовых заданий с интернета. Для того, чтобы это не происходило, учитель должен заинтересовать учеников, вовлечь их в процесс обучения, поощрять активность и добросовестность обучающихся.

Умелая мотивация позволяет включать обучающихся в осознанный процесс познания. Например, соединять познание с опытом обучающихся, побуждать обучающихся к познанию и решению проблем. Характер урока должен носить частично – поисковые, эвристические методы с проблемным изложением материала, а также исследовательские методы, позволяющие учащимся самостоятельно решать новые для них познавательные задачи.

Домашнее задание может выполнять различные функции; закрепление полученных на уроке знаний и навыков, обобщения, систематизации либо применения на уроке знаний и умений на практике, обеспечения исходного уровня последующего урока, а также для самостоятельной проработки нового материала, устранения пробелов в знаниях. При подготовке материалов для домашнего задания

предусматривается разноуровневая подготовка обучающихся (дифференцированный, индивидуальный подход).

Использование сетевых образовательных ресурсов в повседневной практике учителя дает возможность разнообразить используемые учебные материалы, организовать учебную деятельность обучающихся с ограниченными возможностями здоровья с учетом их индивидуальных особенностей, что в значительной степени приводит к повышению эффективности образовательного процесса в целом. Принципы гибкости, модульности и интерактивности, положенные в основу построения дистанционного урока, дают возможность организации учебного процесса на основе индивидуальной образовательной траектории, реализовать дифференцированный подход к обучающимся с различным уровнем готовности к обучению, тем самым, создавая адаптивную систему обучения.

Список использованных источников

1. Закон РФ «Об образовании» от 10.07.1992 № 3266-1 (Электронный ресурс).
2. Приказ Минобрнауки России от 6 мая 2005 г. № 137 «Об использовании дистанционных образовательных технологий» (Электронный ресурс).
3. Борисова Н.В. От традиционного через модульное к дистанционному. – М., 2000 .
4. Гурье Л.И. Проектирование педагогических систем: Учебное пособие. – Казань, КГТУ, 2004
5. Теория и практика дистанционного обучения: Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. Учеб. Заведений/ Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева. – М. : Академия, 2004
6. А.Н. Анисимов, Работа в системе дистанционного обучения. – М., 2009.
7. А.В. Белозубов, Д.Н. Николаев. – Система дистанционного обучения. Учебно – методическое пособие. – М., 2007.

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА 2-(О-ТОЛИЛОКСИ)УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ И ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЕЁ ОСНОВЕ

© К. В. Дементьев¹, Д.И. Сасин², И.Б. Коветиани³, Л.Г. Климова³

¹e-mail: dementjev.konst-dementiew2014@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

²ЗАО «Олифен», г. Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет», г. Курск, Россия

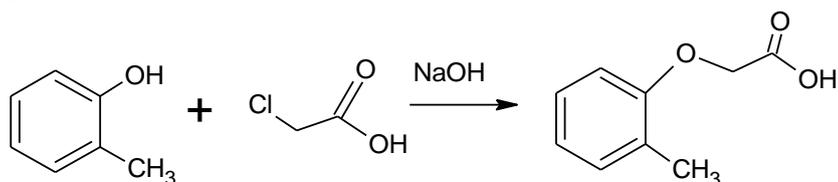
Приведены особенности синтеза 2-(о-толилокси)уксусной кислоты, получены производные, содержащие имидазольный фрагмент и исследована их биологическая и противомикробная активность.

Ключевые слова: 2-(о-толилокси)уксусная кислота, монохлоруксусная кислота, алкилирование, имидазол.

2-(о-Толилокси)уксусная (о-крезоксисукусная) кислота является широко используемым веществом для создания иммуномодулирующих препаратов с адаптогенными свойствами, которые могут быть применены при различных астенических состояниях и стрессах, при физических и психических нагрузках, при интоксикации солями тяжелых металлов, при срыве адаптационной системы. Поэтому совершенствование способов получения этого соединения представляет практический интерес [1].

2-(о-Толилокси)уксусную кислоту получают, алкилируя о-крезол монохлоруксусной кислотой в щелочной среде (схема 1):

Схема 1

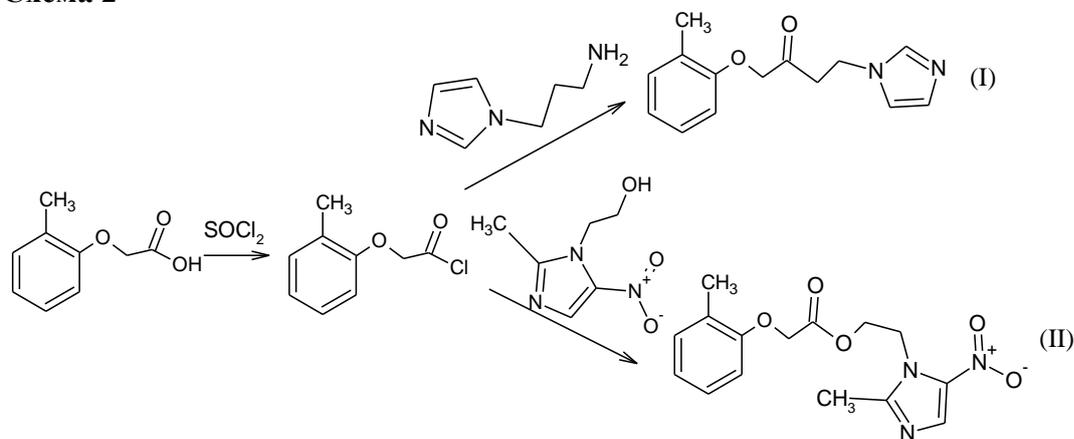


На выход целевого продукта могут влиять такие факторы, как температура реакционной смеси, поддержание рН среды, порядок загрузки реагентов.

Установлено, что оптимальным значением рН, обеспечивающим максимальные выходы целевого соединения, является интервал 9-10, так как из-за недостатка щёлочи о-крезол не сможет перейти в более сильный нуклеофил крезолят-анион, а её большой избыток приведёт к щелочному гидролизу монохлоруксусной кислоты до гликолевой. Также для минимизации потерь целевой продукт нужно промывать ограниченным количеством воды при температуре не выше 50 °С. Требования к режиму промывки обусловлены резким повышением растворимости 2-(о-толилокси)уксусной кислоты с повышением температуры. Установлено, что растворимость 2-(о-толилокси)уксусной кислоты изменяется от 0,1 до 1,5 г при повышении температуры от 10 до 95 °С.

С целью поиска новых биологически активных производных 2-(о-толилокси)уксусной кислоты нами осуществлен синтез ее производных, содержащих в молекуле структурный фрагмент имидазола [2]. Для этого предварительно был получен хлорангидрид 2-(о-толилокси)уксусной кислоты её взаимодействием с избытком тионилхлорида (схема 2):

Схема 2



Целевые соединения I и II были получены взаимодействием хлорангидрида 2-(о-толиокси)уксусной кислоты с метронидазолом в присутствии пиридина в среде метиленхлорида с выходами, близкими к количественным.

Компьютерный прогноз биологической активности полученных соединений показал высокую вероятность наличия у них иммуномодулирующей (соединение I), а также антипротозойной и радиосенсибилизирующей (соединение II) активности.

Для полученных соединений *in vitro* выявлена умеренная антимикробная активность по отношению к тест-штаммам грамположительным и грамотрицательных микроорганизмов, причем можно отметить, что соединение II, по сравнению с веществом I, обладает более высокой активностью по отношению к *Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*.

Список использованных источников

1. Шабанов П.Д., Зарубина И.В., Мокренко Е.В., Фармокология трекрезана - нового иммуномодулятора и адаптогена [Текст] // П.Д. Шабанов, И.В. Зарубина, Е.В. Мокренко - Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. - 2014. - Т. 12. - Вып. 2. - С. 12 - 25.

2. Малмакова А. Е., Кан В. М., Ли Т. Е., Калдыбаева А. Б., Пралиев К. Д. 1-(3-аминопропил)имидазол как прекурсор стимуляторов роста растений [Текст] // А. Е. Малмакова, В. М. Кан, Т. Е. Ли, А. Б. Калдыбаева, К. Д. Пралиев. - Химический журнал Казахстана. - 2018. - Том 64. - № 1. - С. 42 - 44.

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЭНТЕРОСОРБЕНТА «ПОЛИСОРБ МП» ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ КАДМИЯ

© М.А. Екимченко, Н.И. Косолапова, О.В. Мирошниченко

e-mail: Nataliko7@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Исследована сорбция ионов кадмия (II) из раствора, имитирующего среду двенадцатиперстной кишки с рН 7,5 энтеросорбентом Полисорб МП на основе диоксида кремния. Были получены такие характеристики, как сорбционная емкость препарата относительно ионов кадмия (II) и константа скорости сорбционного процесса.

Ключевые слова: диоксид кремния, энтеросорбенты, сорбционная емкость, ионы кадмия (II).

Препарат Полисорб МП – энтеросорбент нового поколения, создан на основе высокодисперсного кремнезема, обладает полифункциональными нелективными сорбционными свойствами, выпускается в виде порошка, размер частиц – от 5 до 20 нм.

Сорбцию проводили из модельных растворов имитирующих среду двенадцатиперстной кишки с рН 7,5 (0,9 % раствор NaCl, рН которого доведен с помощью гидрокарбоната натрия до значения 7,5).

Постороение изотермы сорбции ионов Cd^{2+} препаратом исследовали в диапазоне концентрации 1,8 мг/дм³ до 2,8 г/дм³. Время контакта сорбента с сорбатом в модельных

растворах 30 мин. Показано, что равновесие сорбции в изученной системе «сорбат – сорбент» с высоким коэффициентом корреляции описывается изотермой Ленгмюра.

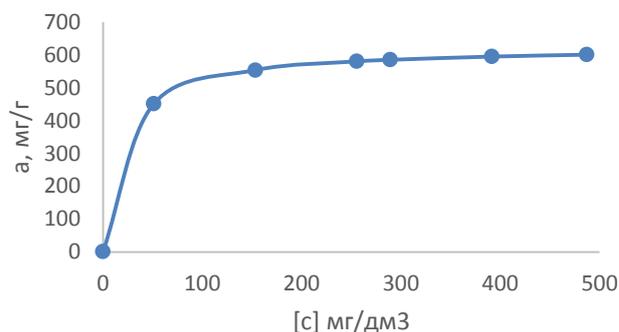


Рисунок 1– Изотерма сорбции ионов Cd^{2+} Полисорб МП

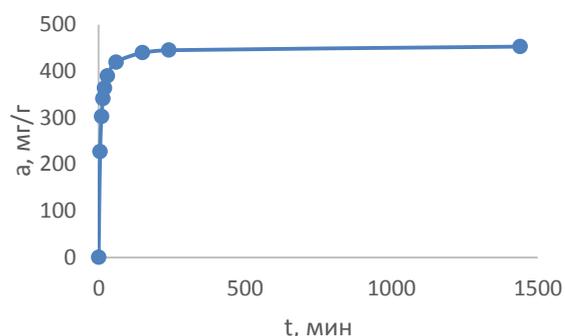


Рисунок 2– Кинетическая кривая сорбции ионов Cd^{2+} Полисорб МП

Кинетику сорбции исследовали методом ограниченного объема раствора. Для этого проводили сорбцию в приготовленной серии растворов с одинаковым содержанием сорбента и с одинаковым начальным содержанием ионов кадмия (II). Выдерживали от 5 мин до 24 ч при перемешивании, при температуре 293 К. Через определенные промежутки времени раствор отделяли от сорбента, определяли в нем текущую концентрацию ионов Cd^{2+} . Полученные экспериментальные данные удовлетворительно аппроксимируются с помощью модели псевдо-второго порядка ($R^2 > 0,9$), что свидетельствует о том, что процесс сорбции лимитирует не диффузионная стадия, а стадия непосредственного взаимодействия сорбата с сорбентом.

Сорбционная емкость a_m и константа скорости сорбционного процесса k_2 препарата Полисорб МП по веществу-маркеру составила 526,32 мг/г и $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ г} \cdot \text{мг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ соответственно.

Список использованных источников

1. Вершинин А.С., Попилов А.Н. Применение энтеросорбента Полисорб МП в педиатрической практике [Текст] // А.С. Вершинин, А.Н. Попилов – Русский медицинский журнал – 2008 – С. 1178.
2. Конорев М.Р. Клиническая фармакология энтеросорбентов нового поколения [Текст] // М.Р. Конорев – Вестник фармации – 2013 - № 4(62) – С. 79-85.
3. Решетников В.И. Оценка адсорбционной способности энтеросорбентов и их лекарственных форм [Текст] // В.И. Решетников – Химико-фармацевтический журнал – 2003 - Т. 37 - №5 - С. 28–32.

ДИОКСИД ТИТАНА КАК КАТАЛИЗАТОР РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРХЛОРАТА КАЛИЯ В ХЛОРИД

© Е.Ф. Лозинская¹, Д.В. Ермолин²

¹ канд. хим. наук, доцент, e-mail: lozinskaya.ed@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

² e-mail: mister.d.ermolin@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Показана каталитическая активность TiO_2 модификаций рутил и анатаз в реакции термического разложения перхлората калия при $400\text{ }^{\circ}C$ - $600\text{ }^{\circ}C$.

Ключевые слова: диоксид титана, гетерогенный катализ, энергия активации, степень дисперсности.

В последнее время оксиды переходных металлов, благодаря широкому спектру физико-химических свойств, находят активное применение во многих технологических процессах. Диоксид титана благодаря комплексу свойств: химическая стабильность, уникальные оптические характеристики, биосовместимость, нашел свое применение во множестве областей. В связи с его сравнительно инертными свойствами, высокой температурой плавления, сильно-развитой поверхностью и высокой каталитической активностью является хорошим катализатором для гетерогенных реакций.

Перхлораты имеют широкое применение: как компоненты твердого ракетного топлива, как окислители во взрывчатых веществах и фейерверках, в производстве лекарственных средств и аккумуляторов. Реакция термического разложения ClO_4^- в Cl^- лежит в основе пробоподготовки при определении перхлората с последующим аргентометрическим титрованием. Термическое разложение при этом осуществляют при температуре $700\text{ }^{\circ}C$, сложный состав пробы, побочные реакции оказывают существенное влияние на протекание процесса и снижает точность анализа. Для снижения энергозатрат на анализ, с целью повышения правильности и воспроизводимости исследовали каталитические возможности диоксида титана как катализатора реакции разложения перхлората калия в хлорид. Особенности кинетики реакций разложения перхлоратов интересуют исследователей давно, при этом многие отмечают сложность изучения, обусловленную тем, что реакция гетерогенная, представляет собой, по сути, комплекс параллельных, сопряженных и последовательных процессов, протекающих в твердой или жидкой фазах, при этом фазовый переход твердое тело – жидкость относится к интервалу температур, поскольку кристаллическая фаза – смесь солей различного состава. Разложение преимущественно протекает по двум реакциям первого порядка: разложение кристаллического вещества (протекает до плавления кристаллов) и разложения жидкости – расплава (начинается после того, как заканчивается плавление) [2].

Каталитические свойства TiO_2 оценивали для трех образцов марки АК производства ЗАО «ПРОМХИМПЕРМЬ» таких полиморфных форм как анатаз и рутил (таблица 1). Рутил наиболее термодинамически стабильная форма (анатаз и брукиит переходят в рутил при температуре около $400\text{ }^{\circ}C$). Однако нанодисперсные формы анатаза при этой температуре остаются устойчивыми [4], обладают более развитой поверхностью.

Таблица 1– Некоторые характеристики исследуемых образцов TiO₂

Номер образца	1	2	3
Массовая доля TiO ₂ %, не менее	99,9	99,9	99,9
Структурная форма	рутил	рутил	анатаз
Величина удельной поверхности (по БЭТ), м ² /г	4,54	2,8	2,5
Размер частиц, нм	350	780	24

Установлено, что степень разложения перхлората калия при введении катализатора превышает степень разложения образца без него. В присутствии образца 1 при 500 °С в течение 10 минут степень разложения – 98 %, образца 2 – 7,2 %, образца 3 – 80,6 %. Достижение такой же степени разложения без TiO₂ возможно лишь при экспонировании перхлората в течение 30 минут, при 550 °С. Кинетические кривые зависимости $-\ln(1-\alpha)$ от времени разложения, при 500 °С представлены на рисунке 1. Рисунок 1 доказывают эффективность использования TiO₂ в качестве катализатора.

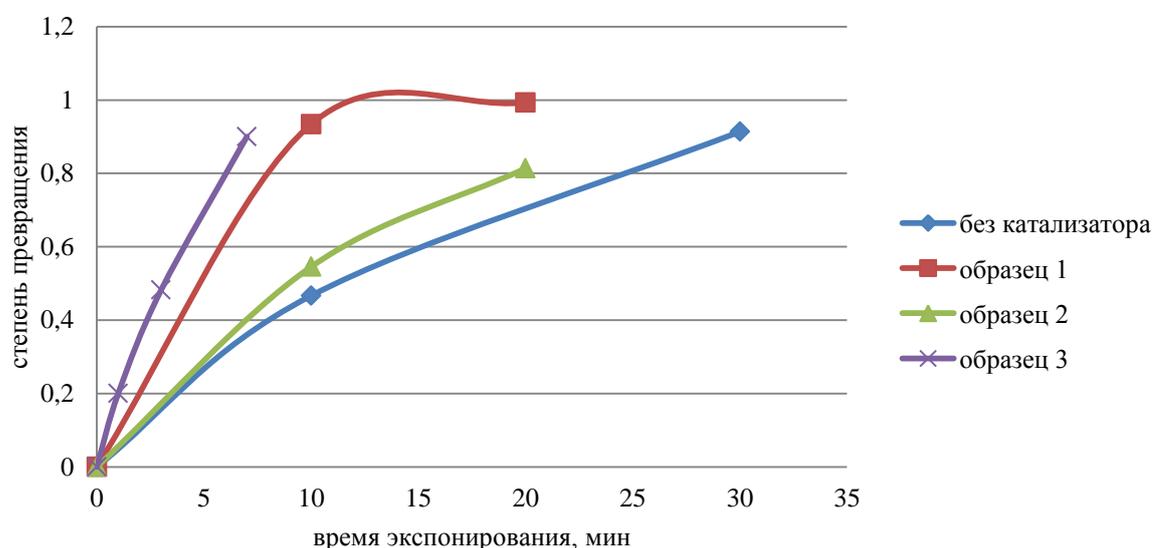


Рисунок 1– Кинетическая кривая зависимости $-\ln(1-\alpha)$ от времени разложения при 500 °С

Разложение проводили путем прокаливанианавески доведенного до постоянной массы KClO₄ (ч.д.а.) массой 0,1 г с навеской диоксида титана массой 0,01 г различной степени дисперсности в диапазоне температур 400–600 °С. Время прокаливания образца последовательно увеличивали с 1 до 30 минут. Степень разложения KClO₄ определяли путём прямого осадительного титрования по методу Мора.

При экспонировании в течение 10 минут при более низких температурах (450 °С), третий образец, с самым маленьким размером частиц, дает самую большую степень разложения. Вероятно, рутил лучше катализирует разложение перхлората в расплаве, а нанодисперсный анатаз в твердой фазе. При экспонировании перхлората при температуре выше 500 °С в присутствии диоксида титана в момент активного протекания реакции смесь окрашивается в желтый цвет, что можно объяснить образованием на поверхности катализатора пероксидных соединений Ti(IV).

Расчет энергии активации производили исходя из того, что реакцию разложения перхлората можно считать реакцией первого порядка, константы скорости реакции при различных температурах определяли по тангенсу угла наклона кинетической кривой,

построенной в координатах $-\ln(1-\alpha)$ от времени. Затем строили графики зависимости $\ln k$ от $1/T$ °К (рис.2), используя уравнение линии тренда указанной зависимости, рассчитывали энергию активации. Расчет основывали на том, что тангенсы угла наклона прямых равны взятому с противоположным знаком отношению энергии активации к универсальной газовой постоянной, численно равной $8,31 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$ (Таблица2).

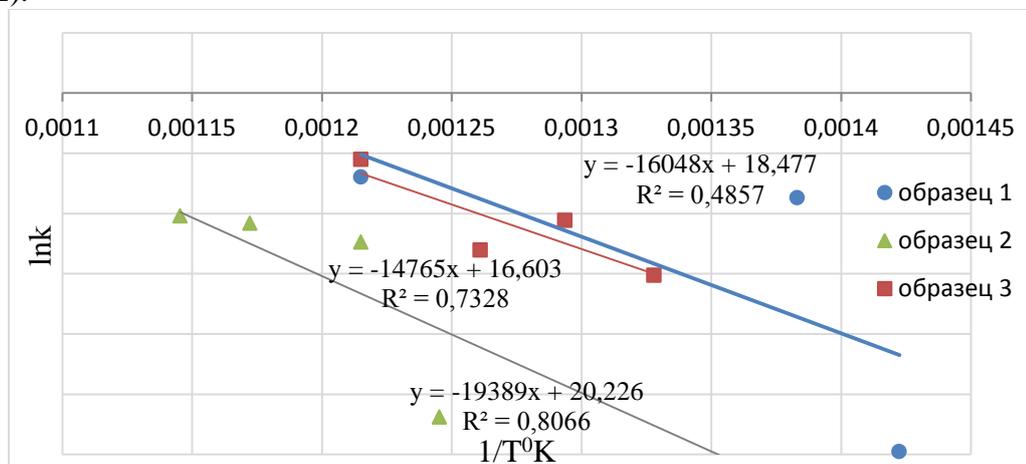


Рисунок 2 – Зависимость $\ln k$ разложения перхлората калия в хлоридот $1/T$ °К

Таблица 2 – Энергия активации реакции термического разложения перхлората калия ($400 \text{ }^\circ\text{C} - 600 \text{ }^\circ\text{C}$)

Образец TiO_2	1	2	3	Без катализатора
Размер частиц, нм	350	780	24	-
Е активации, кДж	133,4	161,2	122,7	196

Таким образом, введение в реакцию диоксида титана снижает энергию активации в среднем на $57,3 \text{ кДж}$, а уменьшение размера частиц TiO_2 способно понизить значение энергии активации на $73,3 \text{ кДж}$.

Список использованных источников

1. Г.П. Лучинский. Химия титана. – Москва: Издательство «Химия». - 1971. – 143 с.
2. И. Шумахер. Перхлораты свойства, производство и применение / Перевод с английского под редакцией Л. С. Генина. – М. Госхимиздат. – 1963. – 236с.
3. О.В. Крылов. Гетерогенный катализ. - М.: Академкнига. - 2004. - 680 с.
4. Н. Zhang. Thermodynamic analysis of phase stability of nanocrystalline titania / Zhang H., Banfield J.F. // J. Mater. Chem. – 1998. – P.2073-2076.

ОЦЕНКА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ОКСИДА МЕДИ (II) РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ДИСПЕРСНОСТИ В РЕАКЦИИ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРХЛОРАТА КАЛИЯ

© Е.Ф. Лозинская¹, К.Д. Зайцева²

¹ канд. хим. наук, доцент, e-mail: lozinskaya.ed@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

² e-mail: karinazaytseva7751@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Показана эффективность гетерогенного катализа оксида меди (II), полученного при термическом разложении малахита, в реакции термического разложения перхлората калия в хлорид.

Ключевые слова: энергия активации, степень дисперсности, гетерогенный катализ, оксид меди (II), термическое разложение перхлората калия в хлорид.

В процессе формирования поверхностных пластин свинцовых аккумуляторов контроль за содержанием перхлората калия в растворе сернокислого электролита осуществляют путем термического перевода перхлората в хлорид и аргентометрическим титрованием образующихся в ходе реакции хлоридов по методу Мора. Процесс разложения перхлората калия сопровождается рядом последовательных, параллельных и сопряженных реакций. Каждая стадия процесса активизируется в определенном температурном диапазоне, четкие границы которых не удается установить однозначно вследствие образования в ходе разложения эвтектической смеси из перхлората калия и его продуктов разложения. Снизить погрешность пробоподготовки из-за неполного перевода перхлората калия в хлорид и преодолеть энергетический барьер реакции при более низких температурах возможно путем введения в реакционную смесь добавок.

Высокая каталитическая активность оксида меди (II) в реакции термического разложения перхлората связана с легкостью электронных переходов между состояниями в различных степенях окисления, что обуславливает его широкое применение в качестве катализатора. Одним из факторов, оказывающих решающее влияние на эффективность гетерогенного катализа, выступает удельная поверхность катализатора.

Существуют различные подходы для получения высокоактивных наночастиц оксида меди (II): путем осаждения оксида в щелочных условиях из растворов солей, термическим разложением малахита, азурита; широкое применение находит гидротермальный синтез, резистивный нагрев медной проволоки, окисление металлической медной фольги. [1] Для оценки влияния на скорость реакции разложения перхлората в хлорид оксида меди (II) использовали кристаллический CuO (ГОСТ 16539-79) и оксид меди CuO*, полученный из (CuOH)₂CO₃ (ч. д. а) путем экспонирования навески до постоянной массы при 700 °С. Навеску KClO₄ массой (0,1000 ± 0,0010) г прокачивали при определенной температуре в диапазоне 400-600 °С в течение 10, 20 и 30 минут в присутствии 0,01 г оксида меди.

В присутствии CuO степень разложения KClO₄ больше 90 % достигается при 490 °С за 30 мин, при 500 °С – за 10 мин. При разложении в присутствии CuO* наблюдается рост степени разложения по сравнению с CuO: α=90 % достигается при 450 °С уже за 10 мин. Полноты разложения чистого перхлората калия можно достичь лишь при 550 °С при экспонировании в течение 30 мин, при 580-600 °С – в течение 20 мин. Определена особенность термического разложения образцов перхлората калия: на

основании схожих логарифмических показателей констант скорости, рассчитанных по кинетическим кривым, можно выделить 2 диапазона температур: 1 – 450-480 °С, 2 – 550-600 °С. Процесс разложения перхлората калия представляет собой совокупность 2-х стадий: низкотемпературной, при которой образованию продуктов предшествует эндотермическая стадия плавления кристаллической фазы, и высокотемпературной, которая сопровождается полным разложением перхлората до хлорида и выделением газообразного кислорода.

Оценку каталитической активности оксидов меди (II) различной степени дисперсности осуществляли по результатам расчета энергии активации разложения перхлората калия в присутствии CuO и CuO*. Кинетические кривые при температуре 480 °С, зависимости $-\ln(1-\alpha)$ от времени разложения показывают эффективность использования в качестве катализатора CuO*(рис.1).

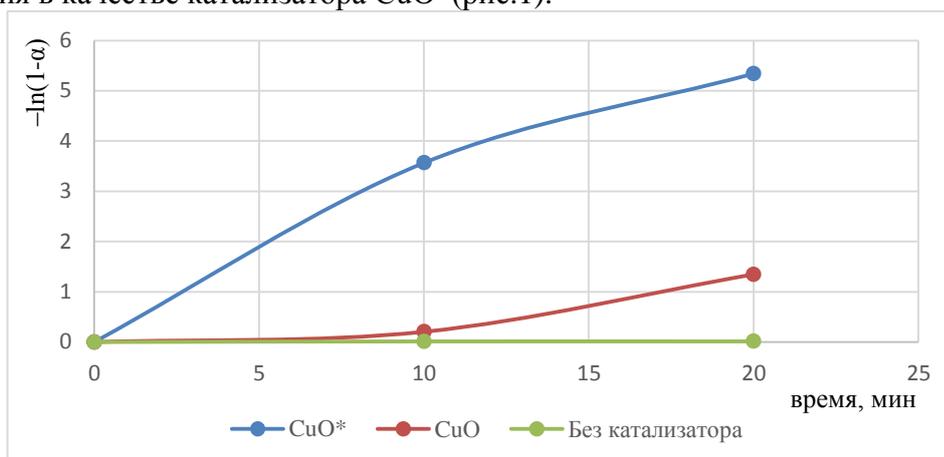


Рисунок 1 – Кинетические кривые разложения перхлората калия

Зависимость константы скорости разложения образцов перхлората от времени их экспонирования в присутствии CuO и CuO* представлена на рисунке 2.

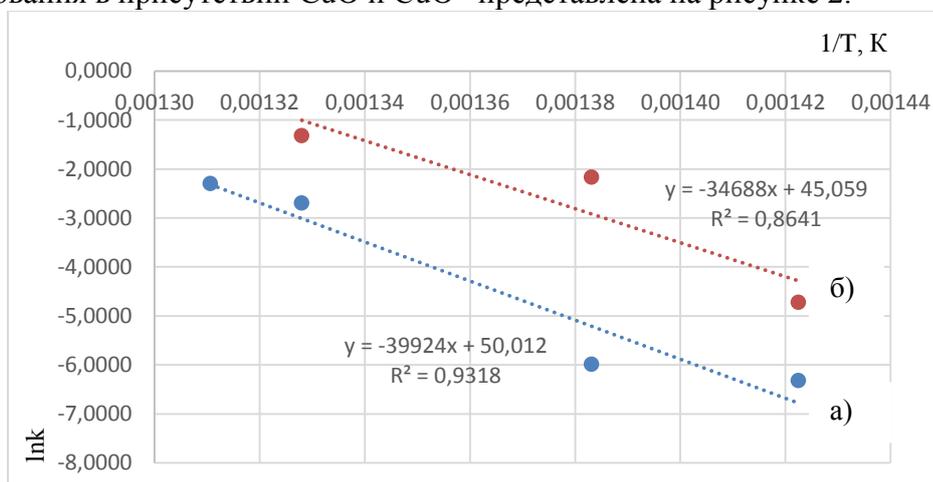


Рисунок 2 – График зависимости $\ln k=f(1/T)$ при 430-490 °С присутствии: а) CuO; б) CuO*

Расчет энергии активации выполняли исходя из того, что тангенсы угла наклона линий тренда (рис. 2), равны $-E_{акт}/R$. Энергетический порог реакции термораспада в присутствии CuO составляет 331,8 кДж. В присутствии CuO*, который обладает большей площадью удельной поверхности, энергия активации уменьшается на 44 кДж.

Список использованных источников

1. Свинцицкий Д. А. Электронная структура и каталитические свойства наноразмерных оксидов меди в реакции низкотемпературного окисления СО [Текст] / Свинцицкий Дмитрий Антонович. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук: 02.00.15- Новосибирск. - 2013. – 156 с.

СИНТЕЗ ДИСАЗОКРАСИТЕЛЯ С НАФТИЛАМИННЫМ СТРУКТУРНЫМ ФРАГМЕНТОМ

© А.В. Ильина, Л.В. Атрепьева, С.А. Ефанов

*e-mail: labos@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»,
г. Курск, Россия*

Осуществлен синтез индикаторного дисазокрасителя на основе 4,4'-диаминотильбен-2,2'-дисульфокислоты и альфа-нафтиламина и исследованы его некоторые спектральные характеристики.

Ключевые слова: *азокраситель, альфа-нафтиламин, спектральные характеристики, индикатор.*

Направленный синтез красителей, обладающих индикаторными свойствами, является актуальным для получения рН чувствительного текстиля, который имеет большой потенциал применения для оперативного химического экспресс-анализа [1].

С целью получения гибких текстильных рН-датчиков на кафедре химии и в научно-исследовательской лаборатории органического синтеза Курского государственного университета ведутся работы в области синтеза прямых тильбеновых азокрасителей, способных окрашивать целлюлозные волокнистые материалы [2,3].

В продолжение наших исследований, с целью расширения цветовой гаммы красителей этого ряда был осуществлен синтез индикаторного дисазокрасителя, содержащего альфа-нафтиламинную группу ([6,6'-(этен-1,2-диил)бис(3-((4-аминонафталин-1-ил)дiazенил)бензолсульфокислоты)]).

Синтез красителя осуществляли диазотированием 4,4'-диаминотильбен-2,2'-дисульфокислоты и последующим сочетанием с альфа-нафтиламином в слабокислой среде (1).

Структура полученного красителя подтверждена методом ИК-спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии.

Исследованы электронные спектры поглощения полученного красителя в диапазоне длин волн 300-800 нм в кислой, нейтральной и щелочной средах (рис.1).

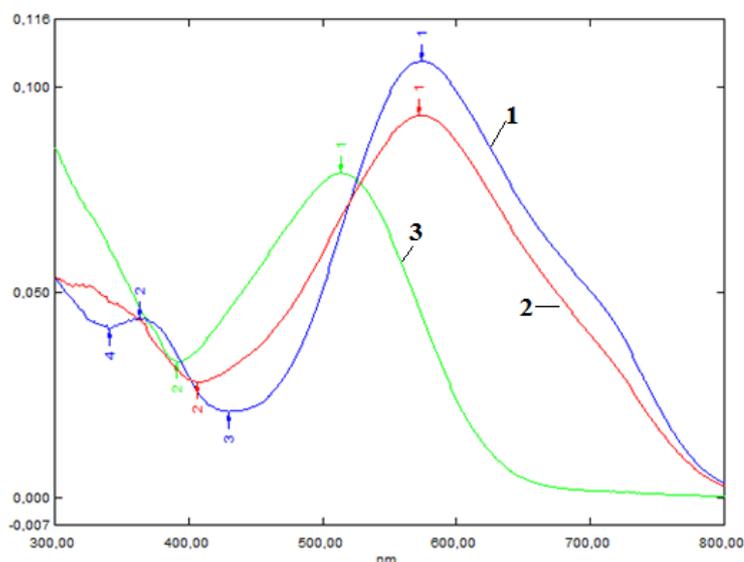
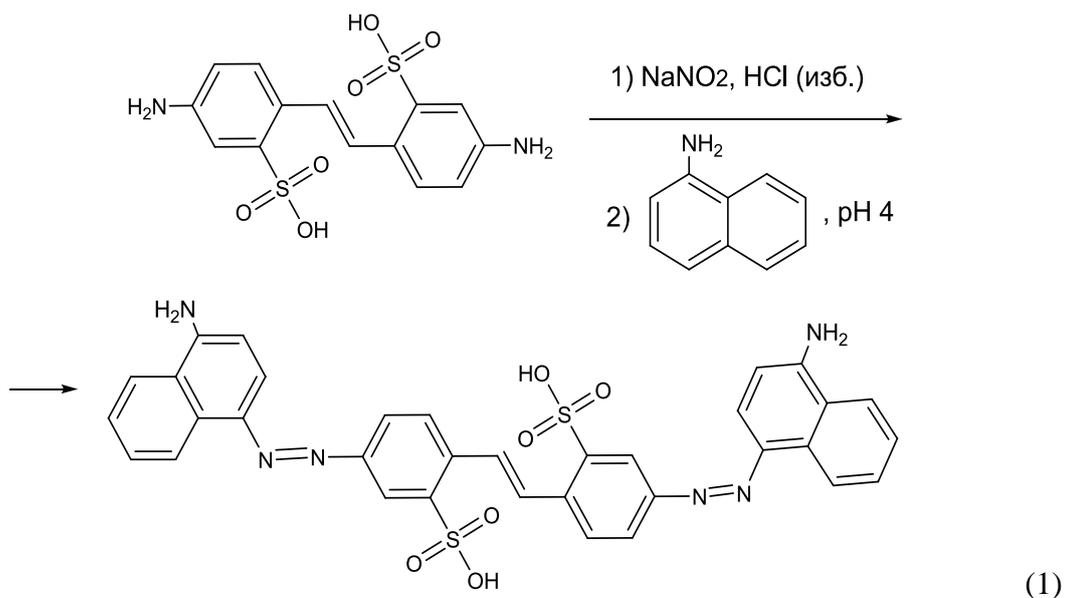


Рисунок 1 – Электронные спектры поглощения [6,6'-(этен-1,2-диил)бис(3-((4-аминонафталин-1-ил)дiazенил)бензолсульфоkислоты)] в кислой (1), нейтральной (2) и щелочной (3) средах

Как видно из представленного рисунка, с увеличением pH водных растворов красителей максимум поглощения смещается в коротковолновую область, что вполне согласуется с литературными данными по цветовым переходам аминоксодержащих азокрасителей. Установлено, что краситель обладает достаточно выраженными индикаторными свойствами: в кислой среде он имеет темно-синий цвет, в нейтральной – розовый, в щелочной – красный.

Предварительные эксперименты показали, что полученный краситель способен иммобилизоваться на текстильных материалах, содержащих целлюлозные волокна, и обеспечивать изменение окраски текстильного материала в диапазоне значений pH около 3.

Таким образом, полученный нами азокраситель представляет аналитический и технологический интерес, поскольку обладает индикаторными свойствами и может

использоваться для получения натуральных текстильных материалов, обладающих специальными свойствами [4].

Список использованных источников

1. Кудрявцева, Т.Н. Синтез нового азокрасителя для крашения текстильных материалов специального назначения / Т.Н. Кудрявцева, Л.В. Атрепьева, В.А. Гапеева, А.Ю. Григорьян // В сборнике: Актуальные проблемы химии, химической технологии и химического образования. Материалы всероссийской научно-практической конференция с международным участием, посвященной 60-летию образования кафедры химии КГУ. 2015.- С. 55-58.

2. Патент РФ №2626352 РФ, 26.07.2017 Способ получения кислотно-основного индикатора для создания гибких рН-чувствительных систем / Кудрявцева Т.Н., Атрепьева Л.В., Грехнева Е.В., Григорьян А.Ю. и др.

3. Ильина, А.В. Синтез нового ализаринового красителя/ А.В. Ильина, Т.Н. Кудрявцева, Л.В. Атрепьева //Сборник статей X Всероссийской научно-практической конференции «Нанотехнологии: образование, наука, инновации» 10-11 октября 2019 г.– Курск, 2019.– С.88-89.

4. Атрепьева, Л.В. Использование полисахаридов для получения некоторых материалов медицинского назначения/ Л.В. Атрепьева, С. А. Ефанов, М. А. Любимова, С. А. Ржаных, Л. Н. Замыцкая // Сборник докладов участников IX Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией П.А. Белова, Е.В. Дериглазовой, О.В. Смолиной. 2018. С. 133-138.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВОЛОКН НА ОСНОВЕ МЕЗОФАЗНОГО ПЕКА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА

© А.М. Имангазы

*научный сотрудник, e-mail: imangazy.aldan@mail.ru,
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

Среди широкого класса материалов на основе углерода, углеродные волокна занимают особое положение в силу уникальности своих физико-химических свойств и перспектив практического применения. Процесс электроспиннинга – сложный физико-химический процесс, который зависит от многих факторов и, во многом, от выбора прекурсора и его приготовления. Полимеры – самые распространенные волокнообразующие материалы. Основной целью данной работы было получение волокон из альтернативных прекурсоров, таких как каменноугольная смола методом электроспиннинга.

Ключевые слова: каменноугольная смола, пек, полимер, электроспиннинг, волокна

Каменноугольная смола представляет собой сложную смесь ароматических углеводородов, гетероциклических серо-, кислород- и азотсодержащих соединений. При дальнейшей переработке каменноугольной смолы получают такие ценные продукты как бензол, толуол, ксилолы и др., а также пропиточное масло для шпал, пластмассы, электроды на пековой основе, углеродные волокна, связующий пек и др. [1]. Переход углеродного пек в мезофазную структуру происходит за счет образования промежуточной изотропно-мезофазной структуры под действием температуры.

Переход сопровождается удалением газообразных продуктов и изменением соотношения Н/С.

Мезофазные пеки получали термообработкой каменноугольной смолы в атмосфере аргона в интервале температур от 200 до 500 °С. Для определения влияния температурной обработки на исходный состав каменноугольной смолы был проведен элементный анализ пека на основе каменноугольной смолы. В образцах каменноугольного пека (КП), полученных при температурах 200 °С, 300 °С и 350 °С, содержание серы составляло 0,24-0,26 мас. %. Повышение температуры обработки до 400 °С привело к полному удалению серы из состава каменноугольного пека.

Для процесса электроспиннинга был приготовлен 3 мас. % раствор полиметилметакрилата (ПММА) в 1,2-дихлорэтане. Эксперименты, проведенные при различных соотношениях ПММА и КП, показали, что, изменяя это соотношение, можно изменять структуру и характеристики полученных волокон.

В ходе осуществления процесса электроспиннинга были получены композиционные волокна. Для волокон на основе ПММА/КП (400 °С) диаметр волокон составлял 100 нм. Для соотношения ПММА/КП (500 °С) диаметр волокна составлял 100-150 нм, но в этом случае волокна имеют меньше видимых разрывов и имеют более интегрированную структуру, чем для образцов, полученных при 350 °С и 400 °С. Это связано с тем, что при повышении температуры до 500 °С происходит полный переход мезофазного пека от изотропной к анизотропной структуре.

Сам метод электроспиннинга не требует высоких требований к химическому составу процесса и высоких температур для затвердевания волокон и, следовательно, позволяет получать волокна из длинных и сложных молекул.

Список использованных источников

1. Смагулова Г.Т., Кайдар Б. Б., Немкаева Р., Артыкбаева М. Т., Имангазы А., Мансуров З. А. (2017). Приготовление мезофазных пеков из каменноугольной смолы. Горение и плазмохимия, Том 15, №4.

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ АЗОСОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ 2-(6Н-ИНДОЛО[2,3-В]ХИНОКСАЛИН-6-З)-4-НИТРОФЕНИЛ-1-ФЕНИЛПРОПЕНОНА И НЕКОТОРЫЕ ИХ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

© Т.А. Кудрявцев, В.Э. Мельниченко, Т.Н. Кудрявцева, И.Б. Кометиани

e-mail: labos@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Рассмотрен синтез и УФ-спектры спиртовых растворов (Z,E)-3-(4-((Z,E)-(4-аминонафтален-1-ил) diazenил)фенил)-2-(9-замещенных-6Н-индоло[2,3-в]хиноксалин-6-ил)-1-фенилпроп-2-ен-1-онов.

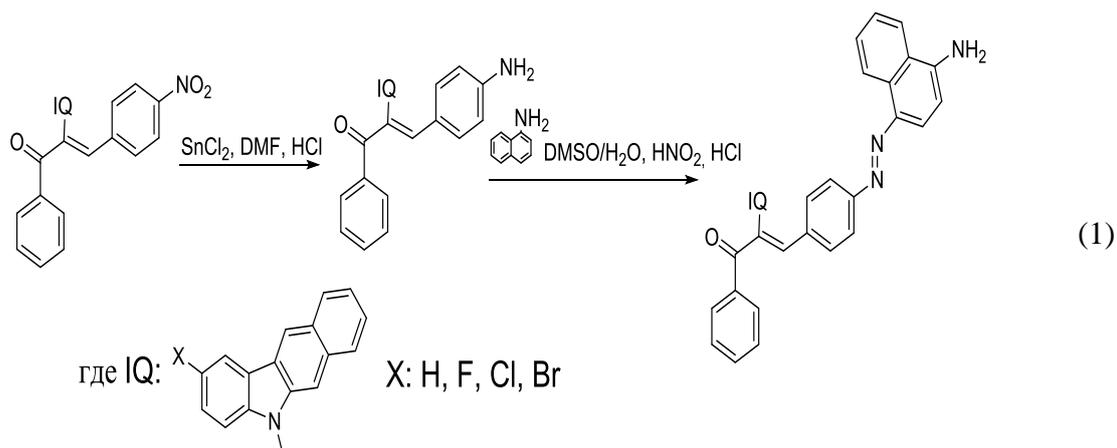
Ключевые слова: азосоединения, 6Н-индоло[2,3-в]хиноксалин, индикаторные свойства, УФ спектры.

Ароматические азосоединения являются широким классом синтетических красителей. Благодаря их разнообразию, они могут применяться как компоненты красящих композиций, как кислотно-основные индикаторы и т.д. Некоторые

представители этого класса соединений являются составной частью фотоэлектронных запоминающих устройств, как аналитические сенсоры и хромогенные агенты за счет наличия сопряженной системы π -электронов [1].

6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин (ИХ) является встроенным донорно-акцепторным хромофором, который содержит богатый электронами индолин и электронодефицитный хиноксалин [2].

Введение в молекулу ИХ азогруппы потенциально повышает возможность возникновения индикаторных, полупроводниковых, светопоглощающих, сенсорных свойств. Продолжая наши исследования по поиску новых производных ИХ, нами был осуществлен синтез, представленный на схеме (1).



Известно, что при изменении pH растворов соединений, имеющих индикаторные свойства, происходит изменение окраски раствора, а также смещение полосы поглощения в УФ спектрах анализируемых растворов с различным значением pH.

Примером могут служить растворы (Z,E)-3-(4-((Z,E)-(4-аминонафтален-1-ил)дiazенил)фенил)-2-(9-хлор-6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин-6-ил)-1-фенилпроп-2-ен-1-она в изопропанол, электронные спектры поглощения которых представлены на рисунке 1. Как следует из рисунка 1, в кислой среде (pH 3), в спектре поглощения появляется полоса поглощения в области 556 нм, в тоже время интенсивность поглощения в области 407 нм уменьшается, что подтверждает наличие у соединения индикаторных свойств, а также свидетельствует о наличии полупроводниковой активности.

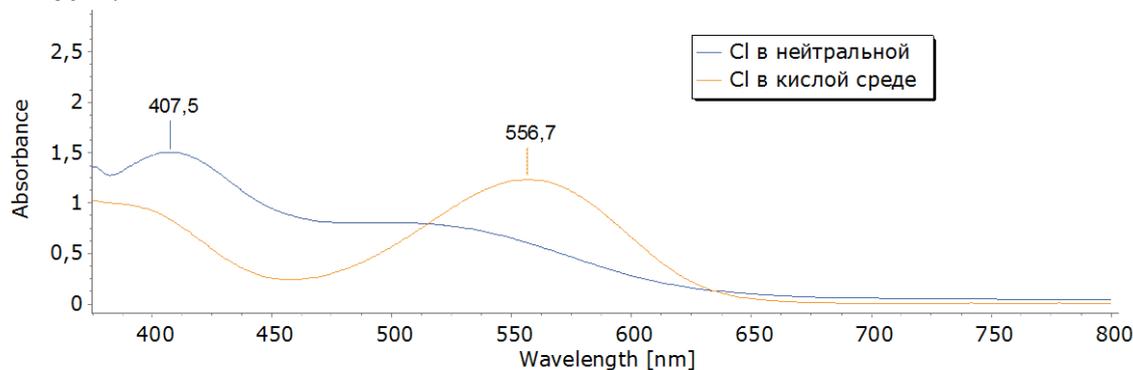


Рисунок 1– УФ спектры растворов (Z,E)-3-(4-((Z,E)-(4-аминонафтален-1-ил)дiazенил)фенил)-2-(9-хлор-6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин-6-ил)-1-фенилпроп-2-ен-1-онов в изопропанол

Как видно из рисунка 1, в нейтральной среде (рН 6-7) в спектре поглощения наблюдается полоса с максимумом в области 407,5 нм и широкая полоса низкой интенсивности в области 500-530 нм. При смещении рН в кислую область (рН 3) полоса с λ_{max} 407,5 нм претерпевает гипсохромный сдвиг в ближнюю УФ область, а полоса в области 500-550 нм претерпевает батохромный сдвиг, в область 556 нм с одновременным увеличением интенсивности поглощения.

К сожалению, из-за сильной флуоресценции полученных растворов нам не удалось зафиксировать изменения спектральных характеристик в области 200-380 нм.

Однако, наблюдаемое изменение спектров поглощения растворов (Z,E)-3-(4-((Z,E)-(4-аминонафтаген-1-ил)дiazенил)фенил)-2-(9-хлор-6H-индоло[2,3-b]хиноксалин-6-ил)-1-фенилпроп-2-ен-1-онов хорошо согласуются с литературными данными, описывающими изменения в спектрах поглощения красителей, содержащих аминогруппы.

Таким образом, показана принципиальная возможность синтеза (Z,E)-3-(4-((Z,E)-(4-аминонафтаген-1-ил)дiazенил)фенил)-2-(9-замещенных-6H-индоло[2,3-b]хиноксалин-6-ил)-1-фенилпроп-2-ен-1-онов и определены их некоторые спектральные характеристики.

Список использованных источников

1. Трофимов Б. А., Маркова М. В., Л. В. Морозова, 2-арилаза-1-винилпирролы: радикальная полимеризация и сополимеризация [Текст]// Высокомолекулярные соединения – 2007 – том 49 - №12 – С. 2200-2205.

2. Thomas K.R.J., Tyagi P. Synthesis, Spectra, and Theoretical Investigations of the Triarylamines Based on 6H-Indolo[2,3-b]quinoxaline [Text]// The Journal of Organic Chemistry – 2010 – V. 75 – Issue 23. – P. 8100-8111.

УСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ И ПРОТИВОСПАЕЧНЫХ ПЛЁНОК НА ОСНОВЕ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ

© М.А. Любимова, Е.В.Грехнёва, Т.Н. Кудрявцева

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты исследований по направлению разработки технологии получения плёнок медицинского назначения на основе альгината натрия, обладающих противоспаечным и гемостатическим эффектами. Описаны технологические подходы и решения, проведена оценка качества полученных плёнок.

Ключевые слова: полимеры, альгинат натрия, пленки.

Высокомолекулярные соединения широко применяются в медицине, в частности они используются для создания препаратов пролонгированного действия. Одной из интересных областей применения полимеров является разработка плёночных материалов на их основе.

Полимеры, используемые в медицинских целях, должны отвечать ряду требований: быть биологически стабильным, находясь в организме продолжительное время, быть безвредными, не менять свои физико-химические и биологические

свойства, не снижать активность введенных лекарственных препаратов. На их основе изготавливаются различные лекарственные средства в таких формах, как микрокапсулы, губки, пленки.

Одним из активно изучаемых полимеров является альгинат натрия. Он является компонентом различных лекарственных форм пролонгированного действия.

Нами разработана методика получения пленок на основе альгината натрия. В качестве кросслинкера, позволяющего регулировать скорость набухания и растворения пленки, использовали хлористый кальций, а в качестве пластификатора был использован глицерин. Разработанная нами рецептура позволяет получать пленки, которые при растворении постепенно высвобождают находящиеся в них лекарственные вещества. Были получены модельные пленки, содержащие различные лекарственные препараты. Изучена скорость выхода действующего вещества из альгинатной пленки в дистиллированную воду. Отработана технология получения пленок в лабораторных условиях по следующим параметрам: оптимальное соотношение реагентов, температурный гидродинамический режим, время ультразвуковой обработки, условия сушки.

Анализ качества полученных пленок показал, что с использованием в качестве кросслинкера хлористого кальция, приготовленный раствор полимера получился однородным за счет длительного перемешивания. Процесс гомогенизации можно ускорить, используя ультразвуковое излучение. Наиболее высокие органолептические показатели, учитывающие прозрачность, однородность, эластичность пленки получаются в результате обработки раствора полимера ультразвуковым излучением в течение 10 минут при 100 % номинальной выходной мощности. В ходе анализа было доказано, что из пленок, полученных с использованием ультразвукового излучения, действующие вещества высвобождаются быстрее, чем из пленок, полученных без использования УЗ-обработки.

Методом УФ-спектроскопии установлено, что в дистиллированной воде из получаемых пленок с установленным составом действующее вещество высвобождается в течение месяца. Предварительные исследования показали, что оптимальным способом стерилизации получаемых пленок является стерилизация γ -излучением.

Список использованных источников

1. Аминина Н.М., Подкорытова А.В. Альгинаты: состав, свойства, применение [Текст] // Н.М. Аминина, А.В. Подкорытова – Известия ТИНРО – 1995 – Т. 118 – С. 130-136.
2. Гусев И.В. Разработка высокоструктурированных гидрогелевых депо-материалов для направленной доставки лекарственных препаратов [Текст] / И.В. Гусев дис.....канд. техн. наук: 05.17.06: защищена 10.09.2014- Москва.- 2015 – 182 с.
3. Андреева С.В., Левина Т.Ю., Данилова Л.В. Альгинат натрия в производстве пищевых покрытий для цельномышечных изделий. [Текст] // С.В. Андреева, Т.Ю. Левина, Л.В. Данилова – Актуальные проблемы и достижения в сельскохозяйственных науках: сб. статей – 2015 – С. 43-45

ЭФФЕКТ ДИНАМИЧЕСКОГО НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ВБЛИЗИ ТОЧКИ ПЛАВЛЕНИЯ ИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ

© Е.С. Машкина

канд. физ.-мат. наук, доцент, e-mail: me-22-1@phys.vsu.ru, Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия

Исследованы флуктуационные неравновесные процессы предплавления ионных кристаллов KCl, KBr, KI. В переходной области при $\sim 0.85 T_m$ наблюдается флуктуационное выделение тепла. Частотный спектр тепловых флуктуаций является нелинейным броуновским шумом, что косвенным образом указывает на структурные перестройки в области предплавления. На основании рентгеноструктурного анализа о размер ОКР ($\sim 60-90$ нм) в области предплавления ионных кристаллов.

Ключевые слова: плавление, предплавление, ионные кристаллы, наноструктурирование, флуктуации, область когерентного рассеяния

Начиная с теоретической работы Френкеля Я.И. [1], показано, что коллективное поведение флуктуаций вблизи температуры плавления T_m приводит к разрушению кристаллической фазы и образованию особого фазового состояния, часто называемого фазой предплавления. Возникновение вблизи точки плавления переходных явлений, как правило, сопровождается аномальным поведением различных макроскопических параметров (теплоемкости, теплопроводности, электропроводности, коэффициента теплового расширения, коэффициента самодиффузии, поверхностного плавления) [2-4]. Кроме того, экспоненциальный рост концентрации точечных и линейных дефектов с температурой, структурные переходы некоторых типов кристаллов в разупорядоченное состояние, указывают на то, что по мере приближения к точке плавления структура и свойства твердого тела претерпевают изменения, нелинейно зависящие от скорости нагревания, а в самой точке перехода T_m изменяются скачком [5].

В настоящей работе проведен комплексный анализ динамики структурирования переходных фаз предплавления ионных кристаллов KCl, KBr, KI.

Кинетика плавления и неравновесных фазовых переходов вблизи точки плавления ионных кристаллов изучалась методом дифференциально-термического анализа (ДТА). С помощью метода ДТА было выявлено, что процесс предплавления – это неравновесный флуктуационный процесс, сопровождающийся вблизи точки плавления возникновением диссипативных состояний в температурном интервале $\sim 0.85 T_m$ [6].

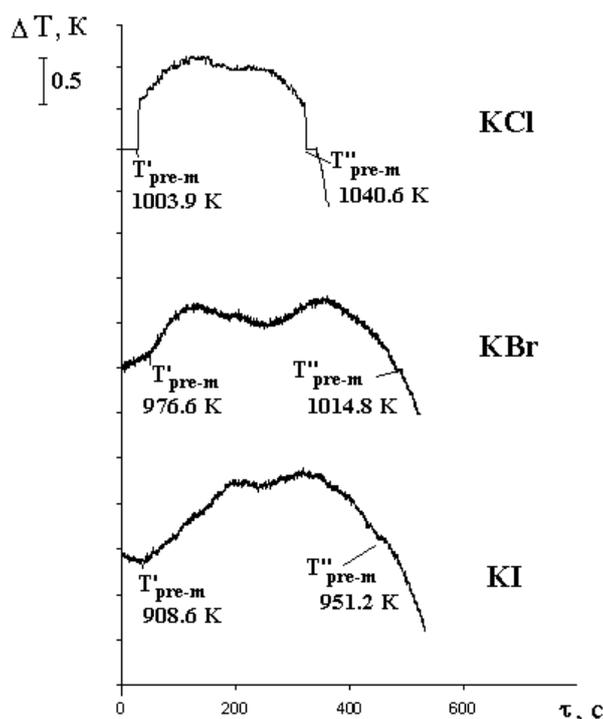


Рисунок 1 – Кривые ДТА эффекта предплавления ионных кристаллов

В отличие от основного эндотермического эффекта плавления эффект предплавления носит экзотермический характер. Типичные кривые ДТА предплавления KCl, KBr, KI представлены на рисунке 1. Как видно, выделение тепла происходит в виде «прямоугольных» импульсов и имеет четкие температурные границы с резкими фронтами начала и конца эффекта. На импульсах наблюдаются мелкомасштабные низкочастотные флуктуации выделяемой теплоты. Таким образом, переходные состояния характеризуются системой экспериментально обнаруживаемых неравновесных термодинамических параметров: температуры начала и конца эффекта предплавления (T'_{pre-m} , T''_{pre-m}), температурный интервал предплавления (δT_{pre-m}), теплота диссипации предплавления (ΔQ_{pre-m}).

Поскольку исследование флуктуационных процессов является одной из важнейших проблем в материаловедении, большое прикладное значение имеет определение спектральных параметров, несущих информацию о проходящих в системе динамических процессах и взаимосвязях различных подсистем. Так при различных фазовых переходах вдали от термодинамического равновесия возникают неустойчивые динамические состояния, являющиеся предвестниками структурных изменений в системе [7].

Спектральные характеристики флуктуаций теплоты диссипации фаз предплавления ионных кристаллов определялись методом вейвлет-анализа. Метод вейвлет-анализа неравновесных колебательных процессов используется для изучения динамики сложных систем с целью установления в них взаимосвязей и определенных возможных путей развития в условиях различных внешних воздействий. Исследование спектральных параметров флуктуационных тепловых процессов предплавления ионных кристаллов показало, флуктуации теплоты диссипации предплавления KCl, KBr, KI представляют собой низкочастотный шум в интервале частот $\Delta f_{pre-m} = 0,01-0,14$ Hz. Частотный спектр таких флуктуаций представляет собой шум $1/f^2$ или нелинейный броуновский шум.

Степень хаотичности сложных флуктуационных сигналов можно оценить с помощью такой стохастической характеристики как показатель Херста (H), представляющий собой меру склонности процесса к трендам (в отличие от обычного броуновского движения). Значение показателя Херста $H > 0,5$ свидетельствует о том, что динамика процесса в прошлом, направленная в определенную сторону, вероятнее всего, продолжит развитие в том же направлении. При $H < 0,5$ прогнозируется, что процесс изменит направленность, случай $H = 0,5$ означает неопределенность.

Оценка показателя Херста тепловых флуктуаций в области предплавления ионных кристаллов дает следующие значения: $H=0,43$ (KCl), $H=0,4$ (KBr), $H=0,42$ (KI). Это указывает на систему более подверженную перестройкам с изменением тенденции развития. Такие флуктуационные сигналы характеризуется отсутствием устойчивости – рост в прошлом означает уменьшение в будущем, а тенденция к уменьшению в прошлом делает вероятным увеличение в будущем. Таким образом, наличие в системе флуктуаций типа нелинейного броуновского шума свидетельствует о структурных изменениях в системе. В отличие от белого шума, броуновский шум является коррелированным, что косвенным образом указывает на структурные перестройки в переходной области вблизи точки плавления. В таких случаях, как правило, происходит колебательное изменение по типу «устойчивое-неустойчивое» или упорядочение через флуктуации.

При структурных исследованиях методом рентгеновской дифракции в области предплавления ионных кристаллов KCl, KBr, KI (на основании температурных интервалов, определенных нами ранее методом ДТА) было также обнаружено немонотонное изменение интенсивности пиков и размеров областей когерентного рассеяния при разных температурах. На основании данных рентгеноструктурного анализа проведена оценка размеров областей когерентного рассеяния (~ 60-90 нм) в области предплавления KCl, KBr, KI. Так, анализ дифрактограмм KCl, представленных на рисунке 2 показывает уширение рефлекса (200) в температурной области предплавления. Это свидетельствует о распаде крупных кристаллов KCl на более мелкие вблизи точки плавления. Однако ввиду сложности проведения эксперимента при столь высоких температурах статистика полученных дифрактограмм в области рефлекса (200) является недостаточной для определения размера ОКР с точностью более 10 нм. С другой стороны результаты оценки размера кристаллитов в фазе предплавления показывают, что размер ОКР в переходной фазе вблизи точки плавления нелинейно изменяется в зависимости от температуры.

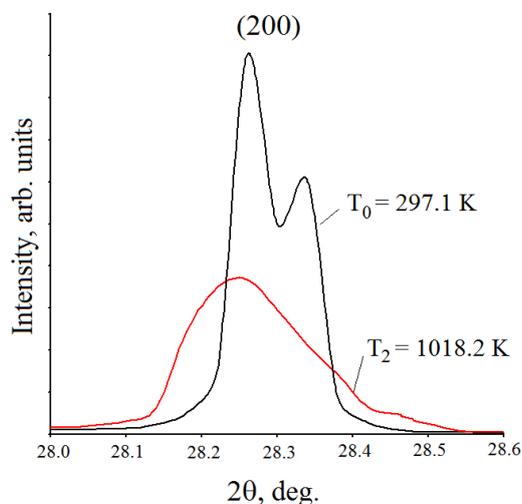


Рисунок 2 – Спектры рентгеновской дифракции KCl при комнатной температуре и в области предплавления

Таким образом, анализ данных показывает, что в фазе предплавления ионных кристаллов происходит ослабление межатомных связей и появляются энергетические возможности для структурной перестройки вблизи точки плавления. А немонотонное изменение интенсивности пиков и размеров ОКР, связанное с флуктуациями теплоты диссипации, фиксируемыми методом ДТА свидетельствуют о динамическом характере формирования фазы предплавления ионных кристаллов KCl, KBr, KI.

Список использованных источников

1. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкости. Л.: 1975. 592 с.
2. Копосов Г.Д., Бардюг Д.Ю. Анализ предплавления льда во влагосодержащих дисперсных средах // Письма ЖТФ. 2007. Т. 33. № 14. С.80-86.
3. Shcherbak L. Peculiarities of solid-liquid-phase transition in CdTe // J. Cryst. Growth. 1999. V. 184/185. P. 1057-1060.
4. Загуренко Т.Г., Корнилов В.М., Лачинов А.Н. Использование системы металл-диэлектрик-металл для изучения структурных переходов в металлах // ЖТФ. 2001. Т. 71. № 8. С. 27-32.
5. Bityutskaya L.A., Mashkina E.S. System of kinetic parameters of the transition processes under melting of crystalline substances // Phase Transition. 2000. V. 71. P.317-330.
6. Машкина Е.С. Влияние аниона на переходные процессы при плавлении ионных кристаллов // Конденсированные среды и межфазные границы. 2011. Т. 13. № 3. С. 309-314.
7. Зульпукаров М.-Г.М., Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В. Пример решения обратной задачи теории бифуркации в динамической системе с шумом // Изв. вузов. ПНД. 2005. Т. 13. № 5-6. С. 3-23.

3 D МОДЕЛИРОВАНИЕ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГИИ

© А.А. Наседкин

учитель технологии, МБОУ «Школа №54», г.Курск, Россия

3 D моделирование помогает учащимся в развитии пространственного мышления, чувства формы. В наглядном и практическом применении на школьных занятиях в развитии этих способностей помогает 3 D моделирование. Умения и знания основ пространственного мышления применяются во многих современных, остро востребованных профессиях. И такая востребованность будет расти год за годом, так как 3 D моделирование очень быстро входит в повседневную жизнь.

Ключевые слова: *3D моделирование, аддитивные технологии, система автоматизированного проектирования, 3 D принтер, современные технологии.*

На сегодняшнее время появилось такое понятие как технологии послойного наращивания объектов, которое получило название «Аддитивные технологии». Рождение этих технологий зародились в начале 80-х годов. В это время начали появляться новейшие методы производства изделий. Оно основывалось не на удалении

материала как было принято в традиционной механической обработки, а на послойном наращивании материала в изготовлении изделия по трехмерной модели, которая разрабатывается в системе автоматизированного проектирования, за счет добавления материала в виде пластиковых, металлических, керамических порошков.

В системе автоматизированного проектирования используют векторную графику традиционного черчения, или же она содержит элементы для создания растровой графики, отображающей общий вид создаваемых объектов. Тем не менее, это включает в себя больше, чем просто шаблонные формы. Как и раньше при ручном создании чертежей, выходные данные в системе должны передавать информацию, такую как, размеры и допуски, характеристики используемых материалов и т.д.

3 D моделирование – современное и перспективное направление на уроках технологии и информатики. Мы сейчас подошли к такому времени, когда технология тесно переплетается с информатикой. И сложно вычлнить, где заканчивается технология и начинается информатика.

Современные технологии не стоят на месте. И если еще 15 лет назад 3 D принтер был диковинкой, то сейчас он плотно вошел в нашу жизнь. На нем изготавливают детали для медицины, различной бытовой и промышленной техники. Первое знакомство детей с 3 D моделированием начинается в школе, на уроках технологии. Но для того чтобы научиться работать с 3 D технологиями необходимо развивать пространственное мышление. Одно из средств развития пространственного мышления – конструирование и графическое построение деталей.

С начальной школы у школьников необходимо развивать навыки решения технических проектных задач, но и творческие способности. Эта технология не основывается на гендерном разделении. Мальчики и девочки могут выполнять проектные работы.

Знание основ черчения, понимание технологической документации, образно-пространственное мышление, помогают школьникам освоить программы по 3 D моделированию лучше, быстрее ориентироваться в трехмерном пространстве. Использование 3D помогает детям сразу увидеть результат своей работы, оценить достоинства и недостатки, понять на практике свои ошибки и тут же их устранить. При разработке изделия обучающиеся учатся подбирать форму и размер.

3 D принтер – современное оборудование, использующее послойную печать детали. С его помощью в школьной мастерской на уроке и внеурочной деятельности можно распечатать детали машин (шестерни, втулки), проекты зданий и сооружений.

Основная задача – научить ребенка печатать трехмерные модели по собственным разработкам, с учетом используемых материалов, назначения и т.д.

В решении этой задачи в учебном процессе помогает использование программ по 3 D построению модели. Это 3D Studio Max, Autocad, Maya, Moodbox, Blender, Компас-3D и т.д.. Главная основа этого выбора – программное обеспечение используется во многих секторах бизнеса, от архитектурных студий до конструкторских бюро.

Программу «Компас – 3D LT» можно использовать при построении чертежей простых, сборочных, деталей, а также при построении чертежей для изготовления деталей из древесины, металла.

Использование 3 Дручки на уроках позволяет учащимся развить не только творческие способности, но и абстрактное мышление, моторику рук, расширить свой кругозор. Это простое устройство, которое можно использовать с начальных классов. Дети с большой охотой проявляют интерес, тем самым, закладывают умения для дальнейших применений этих навыков в технических профессиях.

В Концепции развития технологического образования в системе общего образования РФ определяется значение предмета «Технология» и говорится о том, что «Организирующим ядром освоения технологий в образовательной организации должна стать предметная область «Технология», включающая информационные и коммуникационные технологии». Одна из задач предмета заключается в «модернизации содержания, методик и технологий изучения (преподавания) предметной области «Технология», её воспитательной компоненты через усиление использования ИКТ и проектного подхода, исходя из требований современного рынка труда».

Список использованных источников

1. Аббасов, И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX / И.Б. Аббасов. - М.: ДМК, 2012. - 176 с.
2. Ганеев, Р.М. 3D-моделирование персонажей в Maya: Учебное пособие для вузов / Р.М. Ганеев. - М.: ГЛТ, 2012. - 284 с.
3. Зеньковский, В. 3D-моделирование на базе VуexStream: Учебное пособие / В. Зеньковский. - М.: Форум, 2011. - 384 с.
4. Зеньковский, В.А. 3D моделирование на базе VуexStream: Учебное пособие / В.А. Зеньковский. - М.: ИД Форум, НИЦ Инфра-М, 2013. - 384 с.
5. Климачева, Т.Н. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование. / Т.Н. Климачева. - СПб.: ВHV, 2008. - 912 с.
6. Пекарев, Л. Архитектурное моделирование в 3ds Max / Л. Пекарев. - СПб.: ВHV, 2007. - 256 с.
7. Петелин, А.Ю. 3D-моделирование в GoogleSketchUp - от простого к сложному. Самоучитель / А.Ю. Петелин. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 344 с.
8. Погорелов, В. AutoCAD 2009: 3D-моделирование / В. Погорелов. - СПб.: ВHV, 2009. - 400 с.
9. Полещук, Н.Н. AutoCAD 2007: 2D/3D-моделирование / Н.Н. Полещук. - М.: Русская редакция, 2007. - 416 с.
10. Сазонов, А.А. 3D-моделирование в AutoCAD: Самоучитель / А.А. Сазонов. - М.: ДМК, 2012. - 376 с.
11. Тозик, В.Т. 3ds Max Трехмерное моделирование и анимация на примерах / В.Т. Тозик. - СПб.: ВHV, 2008. - 880 с.
12. Трубочкина, Н.К. Моделирование 3D-наносхемотехники / Н.К. Трубочкина. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 499 с.
13. Швембергер, С.И. 3ds Max. Художественное моделирование и специальные эффекты / С.И. Швембергер. - СПб.: ВHV, 2006. - 320 с.

СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ МЕТОДОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

© В.В. Раффа, А.А. Гвозденко, Д.Г. Маглакелидзе, А.Б. Голик, А.А. Блинова

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия

В данной работе представлены результаты синтеза и исследования образцов нанокomпозитов TiO_2-Au и TiO_2-Ag методом колебательной спектроскопии комбинационного рассеяния света. Показано, что полученные образцы нанокomпозитов TiO_2-Ag имеют определенный набор мод связей, характеристические показатели которых свидетельствуют о сильноаморфизированной структуре данного материала, представленного наночастицами диоксида титана и наночастицами серебра. Нанокomпозит TiO_2-Au представлен аморфной структурой.

Ключевые слова: нанокomпозиты, спектроскопия комбинационного рассеивания света, оптические свойства.

В настоящее время нанотехнологии развиваются достаточно быстрыми темпами. Перед учеными стоит задача получения и исследования новых перспективных материалов. Одними из таких материалов являются нанокomпозиты диоксида титана с благородными металлами, которые обладают уникальными оптическим, электрическим и фотокаталитическим свойствами и находят применение в различных областях науки и техники [1-8].

Цель данной работы – разработать методику получения и исследовать нанокomпозиты TiO_2-Au и TiO_2-Ag спектроскопией комбинационного рассеяния света.

Методика получения нанокomпозитов TiO_2-Au и TiO_2-Ag состоит из трех этапов: на первом этапе растворяли прекурсор TiO_2 и боргидрид натрия в изопропиловом спирте, затем готовили раствор, состоящий из азотной кислоты, прекурсора Au или Ag и изопропанола. В конце полученные растворы смешивали. Образцы центрифугировали при 5000 об/мин, отмывали дистиллированной водой, высушили при 150 °С для удаления остатков воды и органических веществ. В полученной серии образцов нанокomпозитов TiO_2-Au и TiO_2-Ag варьировали массовую концентрацию Au и Ag от 0,18 до 1,89 %.

Исследование при помощи колебательной спектроскопии комбинационного рассеяния света проводили на Рамановском спектрометре *Via Raman Microscope*. Полученные данные представлены на рисунках 1-2.

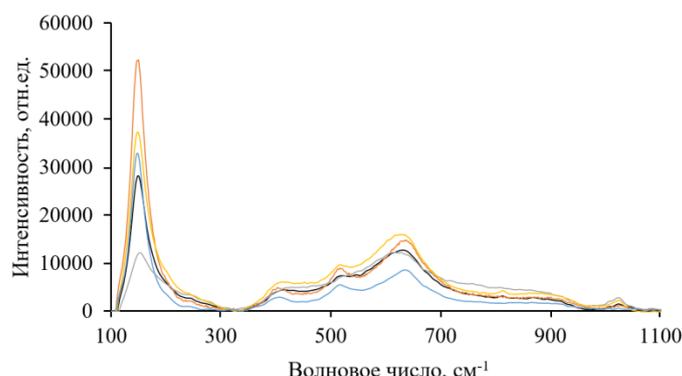


Рисунок 1 – Спектры комбинационного рассеяния света образцов нанокomпозита TiO_2-Ag

Анализ рисунка 1 показал, что все образцы нанокompозита TiO_2-Ag имеют кристаллическую структуру, о чем свидетельствует наличие в спектре комбинационного рассеяния мод 450 см^{-1} и 622 см^{-1} , как показал анализ литературных данных, они соответствуют модам в сильно аморфизированной структуре типа рутила и соответствуют E_g , A_{1g} .

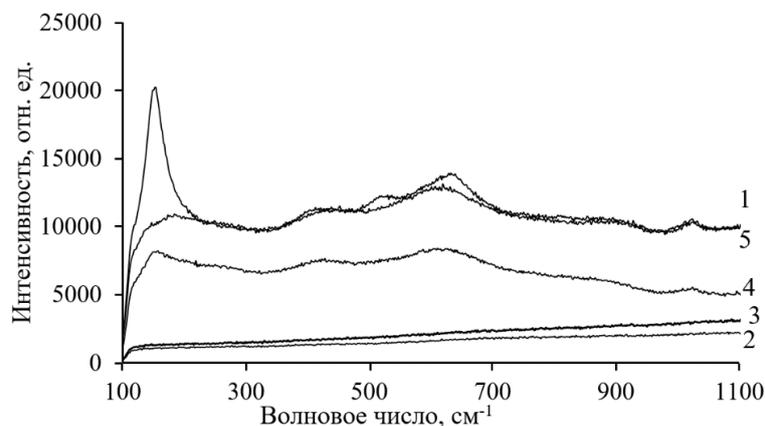


Рисунок 2 – Спектры комбинационного рассеяния света образцов нанокompозита TiO_2-Au

Анализ рисунка 2 показал, что образцы нанокompозита TiO_2-Au обладают аморфной структурой, что связано с низкой интенсивностью мод связей, характерных для диоксида титана и наночастиц золота.

На основании результатов измерений спектроскопии комбинационного рассеяния света было установлено, что полученные образцы нанокompозитов TiO_2-Ag имеют симметричную кристаллическую структуру. Также показано, что нанокompозит TiO_2-Ag обладает определенным набором мод связей, характеристические показатели которых свидетельствуют о сильноаморфизированной структуре данного материала, представленного наночастицами диоксида титана и наночастицами серебра. Нанокompозит TiO_2-Au имеет аморфную структуру.

Исследования проводятся при финансовой поддержке Федерального государственного бюджетного учреждения «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям)», Договор № 14881ГУ/2019 от 17.12.2019.

Список использованных источников

1. Liu, K. Multifunctional graphene oxide- TiO_2-Ag nanocomposites for high performance water disinfection and decontamination under solar irradiation / L. Liu, H. Bai, J. Liu, et. al. // Journal of Hazardous Materials. –2013. – Vol. 261, №15. –P. 214-223. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.07.034>

2. Лунин, Л.С. Синтез и исследование свойств тонких пленок TiO_2 , легированных наночастицами серебра, для просветляющих покрытий и прозрачных контактов фотопреобразователей / Л.С. Лунин, М.Л. Лунина, А.А. Кравцов, И.А. Сысоев, А.В. Блинов // Физика и техника полупроводников. – 2016. – Т. 50. – № 9. – С. 1253-1257.

3. Zhang, L. Synthesis of antibacterial film CTS/PVP/TiO₂/Ag for drinking water system / L. Zhang, X. Bai, H. Tian, et. al. // Carbohydrate Polymers. – 2012. – Vol. 89, № 4. – P. 1060-1066. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.03.063>

4. Шама, М.С. Синтез и исследование структурных и оптических свойств нанокompозита TiO₂-Ag / М.С. Шама, А.А. Кравцов, А.В. Блинов, М.А. Ясная, Д.Г. Селеменова // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2015. – № 3 (48). – С. 51-56.

5. Lin, W. C. Micellar layer-by-layer synthesis of TiO₂/Ag hybrid particles for bactericidal and photocatalytic activities / W. C. Lin, C. N. Chen, T. T. Tseng, et. al. // Journal of the European Ceramic Society. – 2010. – Vol. 30, № 14. – P. 2849-2857. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2009.12.016>

6. Кравцов, А.А. Синтез и исследование оптических свойств тонких пленок TiO₂, полученных в среде различных спиртов / А.А. Кравцов, А.В. Блинов, С.О. Крандиевский, А.Ю. Русанов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2016. – № 2 (53). – С. 16-24.

7. Yu. D. H. Synthesis of Natural Cellulose-Templated TiO₂/Ag Nanosponge Composites and Photocatalytic Properties / D. H. Yu, X. Yu. C. Wang // ACS Applied Materials and interfaces. – 2012. – Vol. 4, № 5. – P. 2781-2787. <https://doi.org/10.1021/am3004363>

8. Кравцов, А.А. Синтез и исследование оптических свойств тонких пленок TiO₂ допированных наночастицами серебра / А.А. Кравцов, А.В. Блинов, С. О. Крандиевский // Томск: Издательство Томского политехнического университета –2015. –488 с.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ОДНА ИЗ КОМПОНЕНТ МЕТОДИКИ РАБОТЫ С ПРОЕКТНОЙ КОМАНДОЙ

© Н.Г. Кудрявцев¹, А.А. Темербекова², В.Ю. Малова³

¹*e-mail: ngkudr@mail.ru, Горно-Алтайский государственный университет (ГАГУ), г. Горно-Алтайск, Россия*

²*e-mail: tealbina@yandex.ru, Горно-Алтайский государственный университет (ГАГУ), г. Горно-Алтайск, Россия*

³*e-mail: malova@mail.ru, Горно-Алтайский государственный университет (ГАГУ), г. Горно-Алтайск, Россия*

Цель данной работы заключается в исследовании возможности использования технологии визуализации проектной работы для изучения процессов создания, функционирования и развития проектной команды.

Ключевые слова: *цифровизация, технология визуализации, образовательный процесс, проектные команды*

Цифровизация современного общества – это не только умные дома, автомобильные навигаторы или вежливые советчики в мобильных телефонах, но и уже в ближайшем будущем – новые системы управления энергетикой, транспортом, связью, жилищным хозяйством, что даст каждому возможность самостоятельно гибко перестраивать собственную конфигурацию и оптимально выстраивать свое функционирование. Создание описанных выше технологий в каждой отдельно взятой стране будет во

многим определяться успешностью развития ее собственной системы образования, которая должна готовить специалистов, способных решать новые задачи. Для современной России проблема подготовки инженерных кадров и молодых ученых стоит особенно остро.

Используемые различными образовательными системами классические методы обучения становятся для решения современных задач малоэффективными, поэтому сейчас постоянно идет поиск новых подходов, хотя многие новые подходы на самом деле представляют собой хорошо забытый старый опыт. Например, проектный подход, который повсюду применяется в основном и дополнительном образовательном процессах весьма успешно использовался у нас в России, почти сто лет тому назад. Так, одна из версий метода проектного обучения, нашедшая свое воплощение в 20-х-30-х годах двадцатого столетия в бригадном подходе [1] была обусловлена нехваткой преподавателей и учебников, и тем самым определялось объединение студентов в проектные группы (бригады), которые должны были самостоятельно изучать материал, создавать или реализовывать проект и защищать его перед комиссией в качестве семестрового экзамена. В современном мире проектному подходу в образовательном процессе уделяется значительное внимание [2-6]. Наряду с классическими проявлениями реализаций проектного подхода, развиваются и становятся популярными различные вариации данной технологии [7], причем почти не встречаются работы, посвященные методикам создания проектных команд и анализу взаимодействия между членами команды в процессе работы над проектом.

При разработке новых проектов как в рамках образовательного процесса, так и в реальной «производственной» ситуации, особенно, если работа ведется в составе команды, появляется возможность распараллеливать общий процесс работы. Это удается сделать путем декомпозиции основной проблемы на подзадачи и реализации каждой подзадачи в отдельности, скрывая (инкапсулируя), при этом, сложность каждого из локальных решений от «посторонних» глаз в рамках проектных модулей. Во внешний мир при таком подходе передается только спецификация межмодульных взаимодействий. Подобная реализация проектов, получившая название метода проектных интерфейсов [7], позволяет за счет повторного использования ставших уже стандартными проектных моделей существенно увеличить скорость и надежность проводимых разработок. Однако опыт показывает, что успех проектной работы определяется не только удачным способом декомпозиции базовой части проекта на проектные модули, но и в большей степени адекватным подбором состава проектной команды и «правильным» распределением «ролей» между членами этой команды.

Удачный подбор кадров на 90 % может определить успех того или иного проектного решения. Правильный выбор и расстановка сотрудников часто осуществляется только благодаря интуиции и жизненному опыту руководителя. Однако существует ряд моделей, позволяющих формализовать процесс работы с членами проектной команды. Одной из таких моделей является модель, учитывающая так называемые ТИМы (Типы Информационного Метаболизма) личности [8], т.е. способы восприятия информации и воздействия на окружающий мир, которыми «предпочитает» пользоваться (практически всегда бессознательно) тот или иной человек. Рассмотрение теории «типоведения» [9] оказываются важными для правильного формирования команд. Для того чтобы минимизировать ошибки в определениях ТИМа, наряду с проведением тестирования, желательно иметь возможность наблюдать за членами проектных команд в процессе их работы, когда они решают какие-то проблемы, взаимодействуют друг с другом, делятся впечатлениями, обмениваются эмоциями. Для ведения наблюдения и последующего анализа подходит технология визуализации проектной работы. Отметим, что под технологией

визуализации мы понимаем не просто фиксацию всего трека событий, а выборочные съемки узловых моментов работы над проектом. При этом, возможно наиболее адекватный вариант визуализации может получиться как раз в том случае, если оператор, выполняющий видеofиксацию, будет сосредоточен на достижении сразу нескольких целей, например, сборе аналитической информации о членах проектной команды, подготовке учебно-методического материала о проектной работе и, возможно, создании рекламного ролика о научных достижениях молодых исследователей, которых они добились при работе над проектом.

Приведем пример опыта визуализации работы над двумя междисциплинарными «блиц»-проектами «Озон+» и «Периметр безопасности», которые проводились в Горно-Алтайском государственном университете в 2016 году. Для молодых журналистов университетского «Гусь-ТВ», снимавших а затем осуществлявших монтаж материала, это был своеобразный собственный проект в рамках «проектного подхода к профессии видеожурналиста». В результате получились два видеоролика, которые можно посмотреть по ссылкам (https://vk.com/video-64196986_456239285, https://vk.com/video-64196986_456239284, либо по адресу (http://www.robionika.ru/dop/ozon_plus.mp4, <http://www.robionika.ru/dop/perimetr.mp4>).

Таким образом, визуализация понимается нами как инструмент, предназначенный только для работы с проектными командами. Визуализация проектной работы, несет серьезную методическую и мотивационную нагрузку, следовательно, всем, кто занимается проектной деятельностью, следует обращать внимание не только на публикацию результатов своей работы в виде докладов на конференциях и монографий, но и протоколировать свой опыт в виде видеоряда.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Алтай в рамках научного проекта № 20-413-040003 р_а.

Список использованных источников

1. Лисицкий Д.В., Осипов А.Г., Кичеев В.Г., Савиных В.Н., Макаренко Н.Н. Динамика парадигм высшего образования России (конец XIX-начало XXI вв.) // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2017. Том 7. № 3. С. 157–175. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1703.10>.
2. Николаенко А. В. Развитие проектно ориентированного образования в современных условиях // Качество образования. 2016. №9. С. 7-11.
3. Andersen A. The European Project Semester: A Useful Teaching Method in Engineering Education. In: Campos L.C, Dirani E.A.T., Manrique A.L., Hattum-Janssen N. (eds) Project Approaches to Learning in Engineering Education. SensePublishers, Rotterdam. Available at: <https://www.sensepublishers.com/media/803-project-approaches-to-learning-in-engineering-education.pdf>
4. Mullen J., Byun Ch., Gadepally V., Samsi S., Reuser A., Kepner J. Learning by doing, High Performance Computing education in the MOOC era // Journal of Parallel and Distributed Computing. – 2017. – Vol. 105. – P. 105-115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2017.01.015>.
5. Powell P. Assessment of team-based projects in project-led education // European Journal of Engineering Education. 2004. Vol. 29 Issue 2. P. 221-230, DOI: 10.1080/03043790310001633205.
6. Чаусов И. Разработка и организация проектных и исследовательских лабораторий в региональных инженерно-конструкторских школах «Лифт в будущее». Москва: Реарт, 2017. 71 с.

7. Кудрявцев Н.Г., Темербекова А.А. Особенности метода проектных интерфейсов как механизма развития проектного подхода в образовательном процессе и детском техническом творчестве // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2018. Том 8, № 6. С. 167–182. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1806.11>.

8. Филатова Е.С. Соционика в портретах и примерах. М., «Чёрная белка», 2005. 368 с.

9. Креггер О., Тьюсон Д. Типы людей: 16 типов личности, определяющих как мы живем, работаем и любим / пер. с Англ. Ю.Ю. Ступак. М.: АСТ: Астрель, 2005. 348 С.

ПРОЦЕССЫ ПРОВОДИМОСТИ В НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ МЕТАЛЛОВ

© Д.Г. Мустафаева

канд. техн. наук, доцент, e-mail: dzhamilya79@yandex.ru, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г. Владикавказ, Россия

Рассмотрено влияние дефектов на процессы проводимости в неорганических соединениях на основе халькогенидов металлов. При понижении температуры концентрация собственных носителей убывает и проводимость определяется концентрацией и свойствами примесей, в процессе переноса начинают играть прыжки носителей непосредственно по примесям, имеет место малая подвижность.

Ключевые слова: дефект, проводимость, концентрация, подвижность, стехиометрия, температура, диффузия, соединение.

Введение. Неорганические соединения на основе халькогенидов металлов, в частности халькогенидов меди и серебра имеют большой разброс по кинетическим свойствам вследствие их сильной зависимости от собственной дефектности структур, они имеют также высокие температуры роста материалов и тенденцию к самокомпенсации дефектов [1, 2]. Изучение механизмов поведения носителей заряда и влияние дефектов на процессы проводимости в неорганических соединениях на основе халькогенидов металлов имеет важное значение, поскольку соединения обладают своеобразными особенностями неупорядоченных полупроводниковых систем.

Влияние дефектов на процессы проводимости в неорганических соединениях на основе халькогенидов металлов. При высоких температурах полупроводники обладают собственной электропроводностью, связанной с термической активацией электронов из валентной зоны в зону проводимости.

При понижении температуры концентрация собственных носителей убывает и проводимость определяется концентрацией и свойствами примесей. При определенном значении температуры наступает истощение, все примеси ионизованы и концентрация носителей в зоне не зависит от температуры. В этом случае зависимость проводимости определяется температурной зависимостью подвижности, которая связана с ослаблением рассеяния на фонах. Дальнейшее изменение проводимости определяется концентрацией примесей, и температурная зависимость электропроводности имеет вид:

$$\sigma(T) = \sigma_0 \cdot \exp(-E/kT) \quad (1)$$

где E – энергия активации примеси;
 T – температура;
 k – постоянная Больцмана.

Постепенное уменьшение числа носителей, принимающих участие в проводимости при понижении температуры, приводит к тому, что наступает момент, когда наибольшую роль в процессе переноса начинают играть прыжки носителей непосредственно по примесям, без активации в зону. Такой механизм проводимости является прыжковым. Этому механизму проводимости соответствует малая подвижность.

Перемещаясь по акцепторным уровням, носители поглощают и излучают фононы. В результате возникает экспоненциальная зависимость электропроводности от температуры. Увеличение концентрации примесей приводит к усилению перекрытия волновых функций соседних центров и уменьшению энергии активации прыжковой проводимости E_n . При энергии активации $E_n = 0$ происходит переход от активационной проводимости к металлической.

Вероятность прыжка между двумя примесями определяется перекрытием волновых функций. При расстояниях между примесями много больше Боровского радиуса волновые функции спадают экспоненциально. При уменьшении концентрации растет среднее расстояние между примесями, экспоненциально убывают вероятности прыжков и уменьшается электропроводность. Экспоненциальная зависимость электропроводности от концентрации примесей является аргументом прыжкового механизма проводимости.

Зависимость прыжковой проводимости от концентрации примесей имеет вид:

$$\sigma_2 = \sigma \exp\left(-\frac{\alpha}{a N^{1/3}}\right), \quad (2)$$

где α – коэффициент;
 N – концентрация вакансий;
 a – радиус состояния.

Высокая концентрация электрически активных центров (10^{18} – 10^{21} см⁻³) в соединениях халькогенидах меди, по-видимому, приводит к заметному перекрытию волновых функций соседних электрически активных центров, что уменьшает величину энергии активации электрически активных центров. При этом может иметь место перекрытие основной зоны с зоной, образованной этими центрами. В случае компенсации и малого перекрытия волновых функций соседних центров механизм проводимости носит «прыжковый» характер, и имеет энергию активации:

$$E_n = 0.61 \frac{e^2}{\varepsilon R} (1 - 0.29 K^{1/4}) \quad (3)$$

где R – расстояние между двумя центрами;
 ε – диэлектрическая проницаемость;
 K – степень компенсации;
 e – заряд электрона.

При увеличении степень компенсации K , энергия активации E_n стремится к минимуму. Так при концентрации $N = 4 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ и $K = 0,01$ энергия активации составляет $0,094 \text{ эВ}$, а при $K = 1$, $E_n = 0,073 \text{ эВ}$.

Проводимость по примесной зоне связывают с движением носителей от одного примесного центра к другому в условиях, когда перекрытие волновых функций соседних центров уже достаточно велико, чтобы было возможно туннелирование, но еще недостаточно велико, чтобы произошел переход в металлическое состояние.

Для переноса заряда через образец требуется образование микроскопической цепочки из центров локализации, между которыми электроны могут совершать прыжки. Величина электропроводности определяется в данном случае вероятностью возникновения цепочки, в которой оптимальным образом сочетаются не слишком большие расстояния между центрами локализации и не слишком большие значения энергии активации.

В соответствии с [3, 4] рассчитанные значения показывают, что условия Мотта для халькогенидов металлов выполняются при концентрации вакансий $N = 1,66 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$; $2,4 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ и $3,1 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ и индексе стехиометрии $x = 9 \cdot 10^{-4}$, $12 \cdot 10^{-4}$ и $19 \cdot 10^{-4}$ для сульфида, селенида и теллурида меди соответственно.

В халькогенидах меди наличие прыжковой проводимости при небольших отклонениях от стехиометрии по-видимому объясняется за счет компенсации и большой концентрации вакансий.

Рассчитанные значения частоты перескоков по [5] показал, что ее величина составляет $5,94 \cdot 10^{10} \text{ Гц}$ и $7,1 \cdot 10^{10} \text{ Гц}$ при $K=1$ и $K=0,01$, соответственно.

В реальных кристаллах наличие дефектов-вакансий и междоузельных ионов, способных перемещаться последовательными прыжками из одного положения в другое, и может осуществлять перенос заряда и массы по кристаллу.

Между подвижностью дефектов и их диффузией существует тесная связь, которую выражают уравнением Эйнштейна:

$$\mu_i = \frac{e}{kT} D_i,$$

где D_i – коэффициент диффузии.

Коэффициент диффузии дефектов связано с ионной проводимостью соотношением:

$$D_i = \frac{\sigma_i kT}{e^2 n_i} \quad (4)$$

где n_i – плотность вакансий меди

Так как в процессе электропроводности доминирует один тип дефектов, то зависимость проводимости от температуры определяется выражением:

$$\sigma_i T = A \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) \quad (5)$$

где A – число Авогадро.

Исследования зависимости ионной проводимости от температуры для халькогенидов меди показали, что увеличение дефектности по катионной подрешетке

приводит к уменьшению ионной проводимости в халькогенидах меди, а увеличение температуры приводит к повышению ионной проводимости. Значения энергий активации, определенные по наклону зависимости

$$\ln(\sigma_i T) = f\left(\frac{1}{T}\right)$$

для сульфида и селенида меди составили 0,24 эВ и 0,27 эВ соответственно.

Малая величина энергии активации указывает на сильную собственную разупорядоченность катионной части решетки. В таких условиях эта энергия активации является энергией активации перемещения ионов меди по кристаллу и практически все ионы металла вносят вклад в ионную электропроводность.

В неорганических соединениях на основе халькогенидов металлов с отклонением от стехиометрии энергия активации катионной проводимости не изменяется, так как дефекты, возникающие при этом, не вносят больших изменений ионной проводимости от температуры.

Увеличение ионной проводимости с ростом температуры обусловлено изменением подвижности, так как концентрация носителей остается постоянной. Последняя определяется только структурными особенностями фаз.

Зависимости коэффициента диффузии D_i от состава для $\text{Cu}_{2-x}\text{V}^{\text{VI}}$, вычисленные по известным значениям ионной проводимости при 573 К имеют значения 2,55 – 2,65 $\text{см}^2/\text{с}$, 4,1 – 4,25 $\text{см}^2/\text{с}$ для сульфида и селенида меди соответственно.

Отклонение от стехиометрии ускоряет диффузию того элемента, содержание которого меньше стехиометрического [6]. Увеличение коэффициента диффузии с отклонением от стехиометрии, по-видимому, может служить подтверждением наличия вакансионного механизма диффузии катионов.

Отклонение от стехиометрии в соединениях халькогенидах меди вызывает необходимость учета движения как основных носителей заряда в разрешенных зонах, так и движения носителей по вакансиям.

Наличие прыжковой проводимости в соединениях халькогенидах меди переменного состава, при небольших ($X < 2 \cdot 10^{-3}$) отклонениях от стехиометрии, определено за счет большой концентрации вакансии и малого перекрытия волновых функций соседних электрически активных центров. Высокие значения коэффициентов диффузии 10^{-5} $\text{см}^2/\text{с}$ и малая величина энергии активации 0,3 эВ свидетельствует на сильную собственную разупорядоченность катионной части решетки.

Список использованных источников

1. Глазов, В.М. Особенности характера температурной зависимости проводимости в расплавах систем, образованных одно именными халькогенидами меди и серебра / В.М. Глазов, А.С. Бурханов // Физика и техника полупроводников. – 1985. – Т.19. – Вып. 6. – С.1070-1074.
2. Полупроводниковые халькогениды, сплавы на их основе / Под ред. Н.Х. Абрикосова. – М.: Наука, 1975. – 220с.
3. Мотт, Н. Электронные процессы в некристаллических веществах. В 2-х томах. / Н. Мотт, Э. Дэвис. – М.: Мир, 1982. – 658с.
4. Шкловский Б.И. Электронные свойства легированных полупроводников / Б.И. Шкловский, А.Л. Эфрос. – М.: Наука. Физмат лит., 1979. – 416с.
5. Pollak, M. Low-frequency conductivity due to hopping processes in silicon / M. Pollak, T.H. Ceballe // Physical Review. – 1961. – Vol.122. – P.1742-1753.

6. Горелик, С.С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков / С.С. Горелик, М.Я. Дашевский. – М.: Металлургия, 1988. – 574с.

НИТРОВАНИЕ ИМИДАЗО[4,5-Е]БЕНЗО[1,2-С;3,4-С']ДИФУРОКСАНА: ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

© В.Л. Королев¹, В.М. Даниленко², Д.С. Лоторев³, П.Е. Кузнецов⁴,
В.А. Максимов⁵, Т.Н. Кудрявцева³, С.Ю. Белоусов⁶

¹д-р хим. наук, Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского, г. Москва, Россия

²канд. хим. наук, Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского, г. Москва, Россия

³канд. хим. наук, e-mail: labos@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

⁴д-р хим. наук, e-mail: labos@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

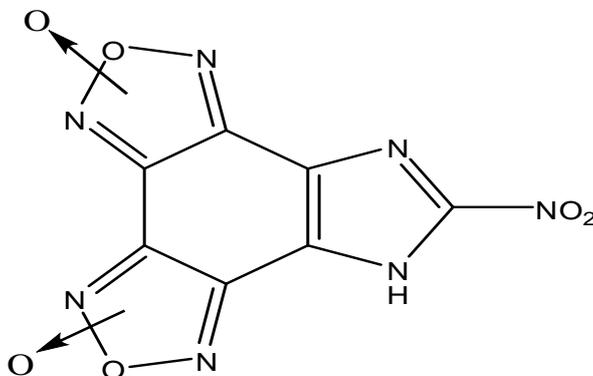
⁵д-р мед. наук, e-mail: labos@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

⁶экспертно-исследовательский отдел № 1 (г. Курск) ЭКС-филиала ЦЭКТУ г. Брянск

Методами квантовой химии (DFTB3LYP/6-311++G(d,p)) исследованы возможные механизмы реакции нитрования имидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуроксана. Выявлен энергетически наиболее предпочтительный путь синтеза нового энергоемкого соединения С-нитроимидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуроксана. В соответствии с результатами прогноза выполнен синтез целевого вещества. Строение полученного соединения подтверждено методами ЯМР ¹H-, ¹³C-, ИК-, масс-спектрологии и элементного анализа.

Ключевые слова: имидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуроксан, нитрование, механизм, квантово-химические расчеты, С-нитроимидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуроксан, синтез

Фуросаны традиционно рассматривались и рассматриваются в качестве энергоемких материалов [1]. Комбинации фуросановых циклов с эксплозофорными группировками позволяют получать энергоемкие вещества различного целевого назначения [1-2]. В качестве одного из таких соединений можно рассматривать С-нитроимидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуроксан (**1**),



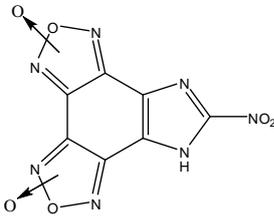
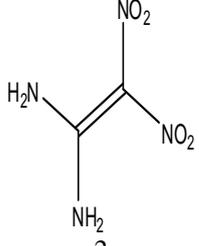
1

прогнозируемые взрывчатые характеристики [3] которого представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных (табл. 1) позволяет рассматривать соединение **1** как потенциально мощное низкочувствительное взрывчатое вещество (ВВ), сопоставимое по прогнозируемым энергетическим и физико-химическим параметрам с таким наиболее перспективным на сегодняшний день низкочувствительным ВВ как 1,1-диамино-2,2-динитроэтилен (FOX-7) [3].

Фуроксановый цикл по элементному составу в скрытой форме соответствует двум нитрогруппам [4]. Эта особенность строения гетероцикла обеспечивает производным фуроксанов способность к донированию оксида азота (NO) и, как следствие, проявление различных видов биологической активности [5]. Таким образом, фуроксаны представляют несомненный интерес и в качестве объектов технологий «двойного назначения».

Таблица 1– Взрывчатые и физико-химические параметры С-нитроимидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуроксана (**1**) и 1,1-диамино-2,2-динитроэтилена (FOX-7)

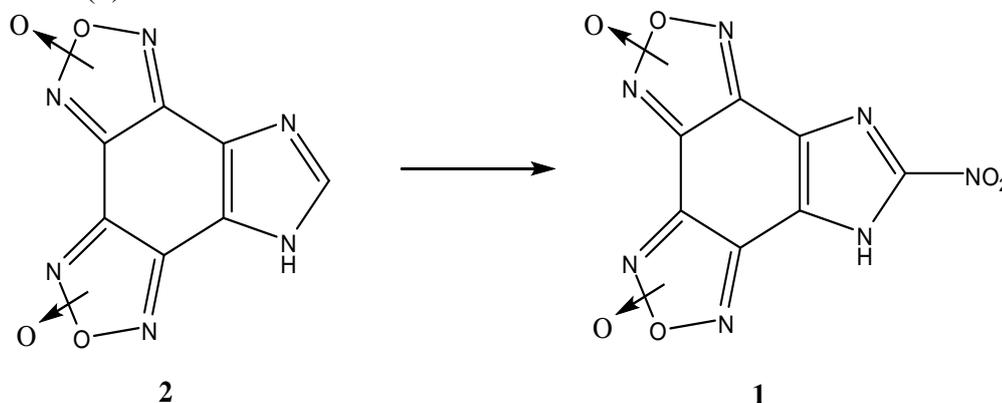
Вещество	ρ г/см ³	ΔH_f^0 , ккал× моль ⁻¹ /ккал× кг ⁻¹	α	$Q_k^{ВВ}$, ккал/ кг	$\eta\%$ отн. октогена	$P_{кр}$, кбар	$D_{мнк,к}$ м/с	P , ГПа
С- нитроимидазо[4,5- е]бензо[1,2-с;3,4- с']дифуроксан (C ₇ HN ₇ O ₆)  1	1.88 расч	140.0/ 501.0 расч	0.387 расч	1245.0 расч	95.0 расч	31.4 расч	8.45 расч	36.1 расч
1,1-диамино-2,2- динитроэтилен (FOX-7) (C ₂ H ₄ N ₄ O ₄)  2	1.86 расч	-54.8/ 370.0 расч	0.667 расч	1080 расч	89.3 расч	44.7 расч	8.4 расч	29.1 расч
	1.89 эксп	-32.0/ 216.0 эксп		1090 эксп	92.6 эксп	37 эксп	8.6 эксп	-

Расчет взрывчатых и физико-химических свойств ВВ выполнен с применением компьютерных программ, разработанных С.П. Смирновым с сотрудниками [6]. Авторы выражают благодарность д.т.н. Смирнову А.С. за расчет энергетических характеристик соединений, представленных в таблице 1.

Принятые сокращения:

$\rho/\text{г}/\text{см}^3$ – плотность монокристалла; ΔH_f^0 , ккал/моль, ккал/кг – энтальпия образования; α – коэффициент избытка окислителя; Q_K^{BB} , ккал/кг – теплота взрыва; η % отн. октогена – метательное действие относительно октогена при плотности $1.875\text{г}/\text{см}^3$; $P_{кр,кбар}$ – критическое давление инициирования детонации; $D_{мнк,км/с}$ – скорость детонации; P , ГПа – давление детонации.

Синтез **1** возможен нитрованием незамещенного имидазо[4,5-е]бензо[1,2-с;3,4-с']дифуроксана (**2**).



Методами квантовой химии (DFTB3LYP/6-311++G(d,p)) нами исследованы возможные механизмы реакции нитрования **2**. Выявлен энергетически наиболее предпочтительный путь синтеза нового энергоемкого соединения **1**. В соответствии с результатами прогноза выполнен синтез целевого вещества **1** с выходом 88% [7].

Список использованных источников

1. Explosive Properties of Furoxanes, V. I. Pepekin, B. L. Korsunskii and Yu. N. Matyushin, *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, Vol. 44, No. 1, pp. 110–114, 2008
2. Makhova N. N.; Godovikova, T. I.; Ovchinnikov, I. V.; Kulikov, A. S.; Arnautova, E. A.; Pivina, T. S. *Proceedings of 28th Annual International Conference of ICT, Karlsruhe, 1997*, p. 69.
3. Natalia L. Merkulova, Vjacheslav L. Korolev, Tatyana S. Pivina, Viktor P. Ivshin, In Proc. of the 20-th Seminar “New Trends in Research of Energetic Materials”, NTREM 2017, Pardubice, the Czech Republic, April 26-28, 2017, pg. 814-820.
4. Хмельницкий, Л. И.; Новиков, С. С.; Годовикова, Т. И. *Химия фуросанов. Структура и синтез*, Наука, Москва, 1981.
5. Граник, В.Г.; Григорьев, Н.Б. *Оксид азота (NO). Новый путь к поиску лекарств*; Вузовская книга, 2004, Москва.
6. S. P. Smirnov, A. S. Smirnov, *Russ. J. Appl. Chem.* 2009, 82, 1807–1815
7. Патент №2700931 РФ / В.Л. Королев, Н.Л. Меркулова, В.М. Даниленко, Т.С. Пивина, Д.С. Лоторев, Т.Н. Кудрявцева. - №2019105933 заявл. 03.03.2019 опубл. 24.09.2019 Бюл. №27. – 3с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОСТРУКТУРНЫХ ЖАРОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ НИХРОМОВЫХ СПЛАВОВ

© Е.А. Лазарева

*канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Дизайн»,
e-mail: lazarewa_urgtu@mail.ru, Южно-Российский государственный
политехнический университет(НПИ) имени М.И. Платова, г.Новочеркасск, Россия*

Рассмотрены физико-химические элементы выявления наноструктурных жаростойких покрытий с использованием вторичных продуктов промышленности. Комплексом определённых методов анализа химического и фазового составов, микроструктуры, физико-химических и эксплуатационно-технических характеристик ситалловых покрытий установлены технологические основы их создания.

Ключевые слова: *стекломатрица, режим ситаллизации, микроструктура, наноструктурные жаростойкие покрытия, контактный слой нихром-наноструктурное покрытие.*

На сегодняшний день особенной значимостью пользуются создание и интеграция действенных и ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих сбережение материалов, топлива, энергии и переработку вторичных продуктов промышленности, что полностью отвечает условиям экологического подхода на предприятиях различных сфер промышленности. Одной из самых важных современных проблем по-прежнему является выявление показателей стойкости нихромовых сплавов к высокотемпературной газовой коррозии.

Таким образом, исключительно актуально изготовление новых составов наноструктурных покрытий с применением вторичных продуктов промышленности для предохранения нихромовых сталей и сплавов в температурном интервале 1000...1150 °С.

Однако, разработок, в составе которых есть техногенные материалы, мало среди жаростойких стеклокристаллических покрытий. Соответственно, целесообразно изучить возможность замещения химически чистых составляющих покрытия на вторичные продукты промышленности. Технический прогресс в производстве жаростойких покрытий, предназначенных для высокотемпературной антикоррозионной защиты нихромовых сплавов, во многом связан с технологическими особенностями формирования их фазового содержания и наноструктуры [1-5].

В большей степени глубокоананоструктурные ситалловые и эмалевые покрытия для нихромовых сталей и сплавов рассмотрены учёными С.С. Солнцевым, Л.Л. Брагиной, В.Е. Горбатенко, Н.И. Минько, А.П. Зубехиным, В.П. Ратьковой, Е.А. Яценко, А.М. Кондюриным, Л.Д. Поповой, Ю.С. Мамаевой и др. [1-3].

При разработке стекломатриц покрытий нами был выбран способ оптимизации некогда определённых составов в системе $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, преобразованный оксидами: Li_2O , MgO , BaO , ZnO , TiO_2 , а также добавлением в структуру шихты, содержащим SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , MnO_2 , Na_2O , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 . Добавление в структуру стеклообразующей композиции оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов позволило снизить температуру синтеза стеклофритт до 1350-1370 °С. TiO_2 , а также оксиды Fe, Cr, Mn, Mo, Sb, наполняющих структуру вторичных продуктов промышленности, были применены в качестве комплексного катализатора объёмной нанодисперсной кристаллизации.

Особый научный и практический интерес представляет изучение физико-химических процессов, протекающих во вторичном продукте алюминиевого производства в промежутке температур, соответствующему варке матричного стекла, –

при 20-1350 °С. Применение метода дифференциально-термического анализа (ДТА) позволило установить особенности высокотемпературной обработки вторичного продукта промышленности (рис.1,а) и выявить эндо- и экзоэффекты физико-химических процессов, протекающих в шихте стекломатрицы покрытия (рис.1,б).

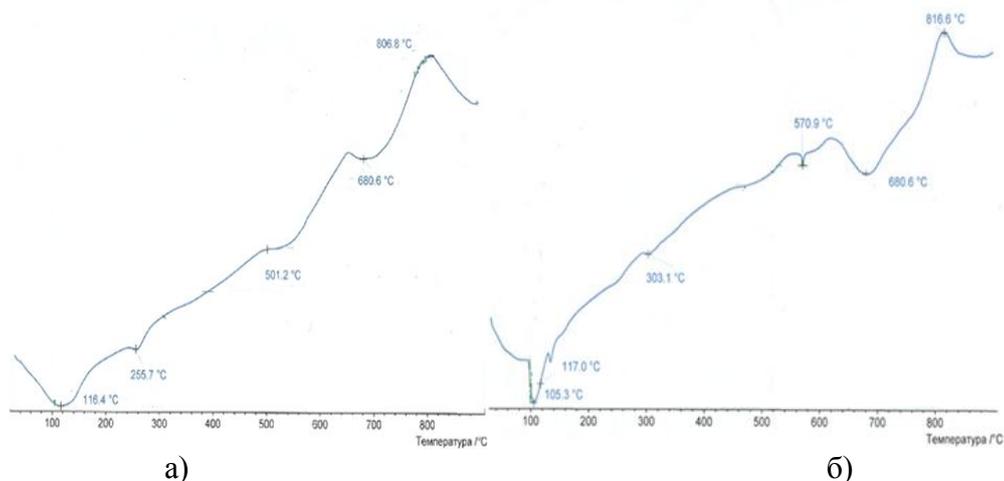


Рисунок 1 – ДТА: а) ВПАП ОАО «Белокалитвенский металлургический комбинат»,
б) шихты стекломатрицы покрытия на базе вторичного продукта промышленности (ВП)

На рисунке 1, а термограмма отображает экзотермические максимумы 660 °С и 806,8 °С, а также эндоэффекты, °С: 116,4, 255,7, 501,2, 680,6. Установлено, что при температуре 116,4 °С из ВП удаляется влага. Эндоэффект при температуре 255,7 °С свидетельствует о разложении гиббсита с образованием бемита. Далее происходит разложение – дегитратация бемита ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$), о чем свидетельствует эндоэффект при 501,2 °С. При температуре 550 °С происходит дегитратация трехкальциевого гидроалюмината $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. В продуктах дегитратации содержатся $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ и CaO . При температуре 648 °С наблюдается небольшой экзотермический максимум, который соответствует переходу магнетита $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Эндоэффект при 680,6 °С говорит о разложении карбоната MgCO_3 . Переход $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ в $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ вызывает экзотермический эффект при 806,8 °С, которая, в свою очередь, претерпевает изменения до α -модификации.

На термограмме шихты стекла с ВП (рис. 1, б) имеются следующие экзотермические максимумы 128 °С и 540 °С, а также эндоэффекты, °С: 105,3, 117, 137, 303,1, 570,9. При температурах до 600 °С происходит удаление остаточной влаги из шихты, а также взаимодействие твердых фаз карбонатов с образованием двойных карбонатов магния и кальция. При температуре 336 °С происходит плавление калиевой селитры. В интервале температур 600...830 °С осуществляется взаимодействие твердых фаз двойных солей с SiO_2 и термическое разложение MgCO_3 (эндоэффект при 680,6 °С). До температуры 700 °С происходит разложение KNO_3 .

Жидкая фаза в шихте появляется в интервале температур 780...880 °С в результате плавления двойных карбонатов $\text{Na}_2(\text{MgCO}_3)_2$, $\text{Na}_2(\text{CaCO}_3)_2$, эвтектик $\text{Na}_2(\text{MgCO}_3)_2\text{-Na}_2\text{CO}_3$, $\text{Na}_2(\text{CaCO}_3)_2\text{-Na}_2\text{CO}_3$, карбоната натрия Na_2CO_3 при температуре 854 °С и его взаимодействии со всеми компонентами шихты, особенно с SiO_2 . При температуре 912 °С происходит диссоциация карбоната кальция. В интервале температур 912...1350 °С образуются силикаты кальция и магния, происходит их взаимодействие между собой, растворение в расплаве, образование однородной осветленной стекломассы.

Из полученных стекломатриц были исключены непроварившиеся, а остальные были подвергнуты лабораторным испытаниям. Для стекломатриц были рассчитаны

ТКЛР и определена их плотность. Установлено, что наиболее подходящей для разработки жаростойкого покрытия является стекломатрица с ТКЛР $115 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$ и плотностью до ситаллизации 2650 кг/м^3 .

Исследование имеющейся информации о технологии наноструктурных материалов способствовало определению зависимости процесса наноструктурирования стекломатриц от их химического содержания, режима термообработки и катализатора кристаллизации, организующих условия для полноценной мелкодисперсной кристаллизации. Наноструктурные покрытия – стекломатрица с распределенной в ней микрокристаллической фазой, образующейся в процессе обжига или специальной термообработки [2]. Кристаллизация стёкол устанавливается их структурой и термической обработкой и подчиняется, в основном, принятым законам физической химии в сфере фазового равновесия, определёнными в научных трудах Таммана, Р.Я. Ходаковской, В.В. Варгина, Н.М. Бобковой, Н.И. Минько и др. Наибольший интерес, на наш взгляд, представляет исследование способа минимизации содержания TiO_2 , представляющего собой известный катализатор кристаллизации многих ситаллизирующихся стёкол. При добавлении оксидов Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO_2 в объёме до 0,5 мас. %, обозначается их модифицирующее влияние – интенсификация процесса кристаллизации и повышение содержания кристаллических фаз. Помимо этого, на наш взгляд, преобразования в характере кристаллизации матричных стекол при термической обработке определены ещё и различным содержанием оксидов Li_2O и TiO_2 , способствующим наноликвации стёкол. Наполнение Li_2O варьировали в интервале 0...6,0 мас.% с шагом 1,5 %. Оксид TiO_2 , вводимый в качестве нуклеатора кристаллизации стекломатриц, использовали в количестве 6,0...12,5 мас. %.

Механизм кристаллизации экспериментальных стекломатриц покрытий изучен с применением комплекса физико-химических методов. Основываясь на данных ДТА и изучения кристаллизационной способности матричного стекла, выбран следующий оптимальный режим термообработки: $t_1 = 570 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 777 \text{ }^\circ\text{C}$; $\tau_1 = \tau_2 = 1 \text{ час}$. Методом РФА установлено, что основными кристаллическими фазами являются следующие: $\alpha\text{-Al}_2\text{SiO}_5$ (силлиманит), $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ (сфен), $\text{Ca}_3\text{Mg}[\text{SiO}_4]_2$ (мервинит), $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ (диопсид).

В экспериментальные составы шликеров жаростойких покрытий вводили, мас. %: с стекломатрица (фритта) – 97, оксиды NiO и CoO , как активаторов сцепления – 0...3, сверх 100 % глину Владимировскую – 5,0 и H_3BO_3 – 0,1. В роли дисперсионной среды выступала вода, влажность шликеров покрытий составляла 40...45 %. Наиболее высокие показатели физико-химических и эксплуатационно-потребительских свойств покрытий были получены при их обжиге при $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ в течении 3 мин с добавлением активаторов сцепления при соотношении $\text{CoO}:\text{NiO}=2:1$. Было установлено, что разработанное наноструктурное жаростойкое покрытие, обладающее необходимыми показателями жаростойкости и термостойкости, обеспечивает значительное снижение степени окисления нихромового сплава X20H80. Применение наноструктурных жаростойких покрытий, в частности, для электронагревателей печей в эмальпроизводстве позволит увеличить срок их службы более, чем в 4 раза.

Впоследствии изучения созданных жаростойких стеклокристаллических покрытий с применением ВП благодаря системе методов определён механизм их организации на нихроме, где в промежутке температур $540 \dots 720 \text{ }^\circ\text{C}$ происходит оплавление частиц покрытия и основание центров кристаллизации в виде ликвационных нанок капель. При температурах $720 \dots 1080 \text{ }^\circ\text{C}$ формируется расплав покрытия, где присутствуют как наноликвационные области, так и микрочастицы катализаторов кристаллизации. После появления расплава в переходной зоне нихром-покрытие и начала растворения в нём продукта окисления нихромового

сплава – оксида Cr_2O_3 происходит взаимодействие с расплавом покрытия, что приводит к образованию MgCr_2O_4 (магнезиохромита). При температурах 1040...1080 °С происходит обжиг покрытия в течение 7 мин, что обеспечивает смачивание поверхности нихромового сплава расплавом, в результате образуется контактный слой. При дополнительной термической обработке по режиму: $t_1 = 540$ °С, $t_2 = 960$ °С, $\tau_1 = \tau_2 = 2$ часа - в покрытии наиболее полно обеспечивается формирование кристаллических фаз: MgCr_2O_4 (магнезиохромита), ZnSiO_4 (виллемита), MgTi_2O_5 (дитаната магния) и др., предопределяющих его высокие термические, физико-механические и эстетические свойства. Охлаждение покрытия осуществляется резко с 960 до 20 °С, что соответствует условиям эксплуатации защищаемых нихромовых деталей и конструкций промышленных печей. На основании вышеизложенного можно заключить, что в процессе формирования покрытия непосредственно на нихроме в сцеплении участвуют преимущественно оксиды никеля и хрома.

Данные электронной микроскопии (ЭМ) способствовали определению переходного слоя: по толщине он приблизительно однороден, его толщина равна 30 мкм. Состав изучаемых покрытий содержит в себе микронеоднородности различного уровня и природы. Например, газовые включения (поры в стекле), фазовые неоднородности, ввиду ликвации и кристаллизации. Вместе с тем указывается установленная логичность в размерах и расположении неоднородностей. Сравнительно однородный и структурированный состав жаростойких покрытий получен в процессе обжига, по завершении процессов стекло- и силикатообразования, по факту твёрдофазовых и жидкофазовых реакций взаимодействия элементов покрытия. Так, в жаростойком наноструктурном покрытии при термообработке в приконтактной области толщиной 40...50 нм образовывается слой дендритной структуры, содержащей игольчатые кристаллы MgCr_2O_4 (магнезиохромита) и ZnSiO_4 (виллемита), воздействующих на свойства разработанных покрытий. Анализом методом ЭМ подтверждено наличие ситалловой структуры в полученных покрытиях: размеры кристаллов не превышают 1 мкм.

Проведённые исследования позволили сделать вывод об эффективности и экономической целесообразности использования вторичного продукта промышленности для создания жаростойких наноструктурных покрытий, служащих для устойчивости нихромовых сплавов к высокотемпературной коррозии.

Список использованных источников

1. Лазарева Е.А. Исследования в области синтеза стеклокристаллических покрытий для защиты металлов и сплавов от высокотемпературной газовой коррозии // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. - 2019. - № 2 (202). - С. 103-107.
2. Лазарева Е.А. Критерии выбора стекломатриц жаростойких ситалловых покрытий для изделий из нихромовых сплавов // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. - 2018. - № 3. - С. 140-146.
3. Минько Н.И., Лазарева Е.А. Защита изделий из нихромовых сплавов от высокотемпературной коррозии (обзор) = Protection of Nichrome-Alloy Articles from High-Temperature Corrosion (Review) // Стекло и керамика. - 2018. - № 6. - С. 19-23 [Glass and Ceramics (English translation of Steклоi Keramika). - 2018. - Vol. 75, Is. 5-6. - P. 226-229].
4. Минько Н.И., Лазарева Е.А. Опытнo-промышленная апробация жаростойкого ситаллового покрытия для высокотемпературной антикоррозионной защиты нихромовых сплавов // Стекло и керамика. - 2019. - № 11. - С. 29-34.

5. Lazareva, E.A. Phase composition and heterogeneous structure of the contact layer "nichrome-sitelove coating"(2019) AIP Conference Proceedings, 2188, статья № 040007, <https://www.scopus.com/inward/record.uriid=2-s2.0-85077630148>

УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

© Ю.И. Кураков¹, А.Н. Свиридова²

¹профессор кафедры фундаментальных инженерных дисциплин, д-р техн. наук, профессор, Шахтинский автодорожный институт (филиал) Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова, г. Шахты, Россия

²старший преподаватель кафедры фундаментальных инженерных дисциплин, Шахтинский институт (филиал) Южно-Российский государственный политехнический университет имени М. И. Платова, г. Шахты, Россия

Дорожная одежда автомобильной дороги представляет собой многослойную конструкцию (основание и слои покрытия). В покрытиях используют вяжущие вещества (битум, гудрон, мастики и т.д.).

Ключевые слова: автомобильная дорога, основание, покрытие, битум, гудрон, адгезия, асфальт, углеродные сорбенты.

Автомобильные дороги по своему назначению классифицируются на 5 технических категорий в зависимости от интенсивности движения автомобилей: IА, IВ, II, III, IV, V. Автомобильная дорога состоит из земельного полотна и одежды (рис.1). Дорожная одежда – это многослойная конструкция, включающая основание и слои покрытия. Основание состоит из нескольких слоев (щебень, грунт, песок, щебень или песок, обработанные вяжущим веществом). Покрытия бывают усовершенствованные капитальные, усовершенствованные облегченные, переходные, низшие. В покрытиях, кроме низших, используют вяжущие вещества. В качестве вяжущих компонентов используют битум, битум с химическими добавками, всевозможные мастики, мастики на основе синтетических каучуков и т. д. [1-10].

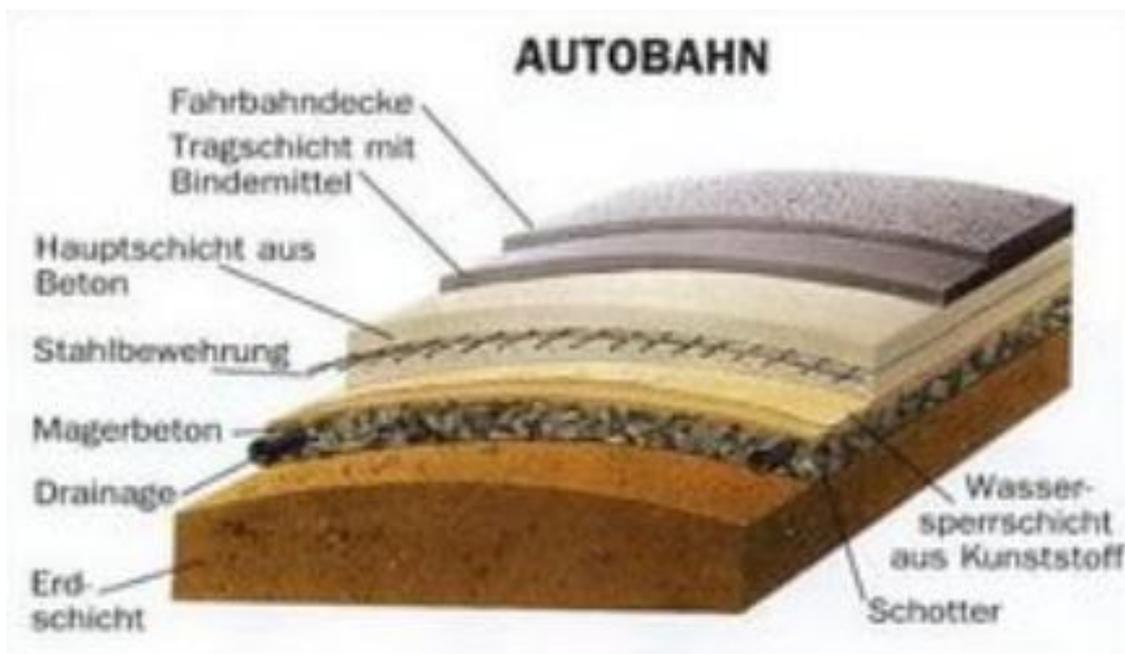


Рисунок 1 – AUTOBAHN

Пропитка компонентов оснований осуществляется гудроном, битумом, каменноугольным маслом, сланцевым маслом, серой, синтетическим каучуком и т. д. [8,9].

Гудрон – остаток, образующийся в результате отгонки нефти при атмосферном давлении и под вакуумом фракций, выкипающих до 450-600 °С. Гудрон – вязкая жидкость или твердый асфальтоподобный продукт черного цвета с блестящим изломом. Содержит парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды (45-95 %), асфальтены (3-17 %), а также нефтяные смолы (2-38 %).

Зольность гудрона: $A^d \leq 0,5 \%$.

Элементный состав гудрона: углерод $C^{daf} = 85 \div 87 \%$, водород $H^{daf} = 9,3 \div 11,8 \%$, азот $N^{daf} = 0,2 \div 0,7 \%$, кислород $O^{daf} = 0,08 \div 1,25 \%$, сера $S_t^d = 0,2 \div 6,3 \%$. Выход летучих $V^{daf} = 0,046 \%$, .

Плотность $d = 950 \div 1030 \text{ кг/м}^3$, коксуемость $8 \div 26 \%$,

$t_{\text{разм.}} = 12 \div 55 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t_{\text{вспышки}} = 290 \div 350 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Одним из основных компонентов дорожных и аэродромных покрытий является битум.

Битумы представляют собой смесь высокомолекулярных соединений углеводородов: нафтеновых (C_nH_{2n}), ароматических (C_nH_{2n-6}), метановых (C_nH_{2n+2}), а также их производных, содержащих азот, кислород, серу и комплексные соединения металлов [7].

Известно три способа получения нефтяного битума:

1. Перегонка нефтяных остатков (остаточные и осажденные битумы).
2. Окисление кислородом воздуха нефтяных остатков (чаще всего гудронов) при температуре 180- 300 °С (Окисленные битумы).
3. Смешением окисленных и остаточных битумов, а также нефтяных остатков и дистилляторов между собой получают компаундированные битумы.

Битумы, получаемые окислением крекинг-остатков содержат большое количество карбенов и карбоидов, которые нарушают однородность битумов и ухудшают их адгезионные свойства. Сырьем для производства нефтяных битумов являются гудрон, мазут, асфальты деасфальтизации, крекинг-остатки [5].

Сложность химического состава и строения затрудняет представление о природе битумов (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты масс-спектрометрического анализа смолы битума

Структурные типы	Формула основной структуры и ее молекулярная масса (в скобках)	C/H	Содержание в образце, %
Индены	C ₉ H ₈	1,12	0,1
Нафталины	C ₉ H ₈	1,25	0,8
Аценафтены, дифенилы	C ₁₂ H ₁₀	1,20	1,8
Аценафтены, флоурены	C ₁₃ H ₁₀	1,30	1,3
Аценафтены, фенантрены	C ₁₄ H ₁₀	1,40	5,5
Метилфенантрены, фенилнафталины	C ₁₅ H ₁₀	1,50	3,4
Четырехъядерная ароматика:			
периконденсированная	C ₁₆ H ₁₀	1,60	9,6
катаконденсированная	C ₁₈ H ₁₂	1,50	6,9
Метилхризены, фенилантрацены			
бензолфлоурантены	C ₁₈ H ₁₀	1,80	2,1
Пятиядерная ароматика:			
периконденсированная	C ₂₀ H ₁₂	1,67	9,8
катаконденсированная	C ₂₁ H ₁₂	1,75	2,3
Шестиядерная ароматика:			
бензоперилены	C ₂₂ H ₁₂	1,83	3,7
периконденсированная	C ₂₄ H ₁₄	1,71	1,4
катаконденсированная	C ₂₆ H ₁₆	1,62	0,2
Семиядерная ароматика:			
коронены	C ₁₄ H ₁₂	2,00	0,2
дибензоперилены (g, h, t)	C ₂₆ H ₁₆	1,86	0,2
дибензоперилены	C ₂₈ H ₁₆	1,75	следы

Из приведенной таблицы видно, что в смоле, больше содержится периконденсированной и катаконденсированной четырех- и пятиядерной ароматики.

Химический состав битума принято определять комплексом двух методов: экстракции и адсорбционной хроматографии. Экстракцией битум разделяют на мальтены (экстракт) и асфальтены (рафинат). В асфальтены переходят конденсированные ароматические соединения, полярные молекулы и высокомолекулярные парафины. Адсорбционной хроматографией разделяют мальтены по признаку ароматичности и полярности на парафинонафтенновые, моно-, би- и полициклоароматические соединения, толуольные и спиротолуольные смолы.

В составе битумов различают восковую и смолистую части. Их можно рассматривать как растворы высокомолекулярных соединений представляющих собой двухфазную систему: асфальтены и мальтены. Асфальтены по своей химической активности напоминают смолы [6]. Чем больше молекулярная масса асфальтенов, тем выше пластичность вязущего. Современные технические условия дают возможность получать асфальтены с молекулярной массой более 10000 и придавать им каучукообразные свойства путем введения длинноцепных пикильных радикалов. В асфальтенах содержится углерод $C^{daf} = 80 \div 88$ %, водород $H^{daf} = 7,3 \div 9,4$ %, азот $N^{daf} = 1,5$ %, кислород $O^{daf} = 5 \div 9$ %, сера $S_t^d = 1 \div 9$ %, а также металлы (железо, ванадий, никель и др.), которые могут находиться в виде порфинированных комплексов.

Асфальтены повышают когезионную прочность битума.

Мальтены составляют часть битума, растворимую в низкокипящих предельных углеводородах. Мальтены состоят из масел и смол и являются растворителями для асфальтенов. Одним из ведущих факторов активности мальтенов в адгезивах является набухание, которое обусловлено химическим взаимодействием между асфальтенами и мальтенами. Набухая в маслах, мальтены придают адгезивам хорошую эластичность и адгезионную активность. Масла мальтенов являются действенными составляющими битумов, применяемых в качестве связующих. Масла придают битуминозному адгезиву текучесть. При термоллизе масла переходят в смолы. Смолы хорошо растворяются в бензине, бензоле, хлороформе. При повышении температуры они частично переходят в асфальтены. Смолы понижают температуру стеклования, придают эластичность, повышают термоустойчивость битуминозного вещества.

В состав битумов в небольших количествах входят карбены и карбоиды. Это высокомолекулярные соединения обогащенные углеродом [2]. Карбены – вещества, растворимые в четыреххлористом сероуглероде, но не растворимые в четыреххлористом углероде.

Вещества, не растворимые в сероуглероде, называют карбоидами. Повышенное содержание карбенов и карбоидов отрицательно влияет на эксплуатационные свойства битума. Битумы из крекинг-остатков, содержащие карбены и карбоиды, уступают битумам прямой перегонки по цементирующим свойствам, имеют пониженную растяжимость.

Основные свойства битумов, по которым оцениваются их эксплуатационные свойства являются: температура размягчения, пенетрация, растяжимость, температура хрупкости, индекс пенетрации, вязкость, адгезия, когезия. Свойства битумов зависят, главным образом, от их группового состава, дисперсной структуры и др.

Одним из методов улучшения качества битумов является применение модифицированных добавок.

Основные виды добавок: 1 – деструктурирующие, 2 – структурирующие, 3 – пластифицирующие, 4 – адгезионные, 5 – полимерные, 6 – биоцидные, 7 – добавки серы, 8 – стабилизирующие добавки.

Так, фирма MeadWestvacoCorporation разработала добавку evotherm для получения теплых асфальтобетонных смесей с улучшенными адгезионными свойствами. На основе такой добавки готовая смесь состоит из 95% минеральных материалов и 5% жидкого модифицированного битума (холодный асфальт). Такой асфальт применяется для быстрого ремонта впадин, трещин аэродромных покрытий, а также его можно использовать как основное асфальтовое покрытие для любой категории дорог и может укладываться при температуре до минус 15 °С.

Изучение структуры, физико-химических свойств компонентов дорожных покрытий позволит создать экономичные бетонные смеси с высокими эксплуатационными характеристиками.

Список использованных источников

1. Сюняев З.И., Софиева Р.З., Сюняев Р.З. Нефтяные дисперсные системы. М.: Химия, 1990,-226 с.
2. Окладников В.П., Дошлов О.И., Коновалов Н.П. Адгезия и адгезивы, т. I, Теория адгезии, свойства и характеристики органических адгезивов, их модификация: Монография – Иркутск:,1998,-270 с.
3. Ахметов С.А.Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа. – Санкт-Петербург: Недра, 2006,-868 с.

4. Унгер Ф.Г., Андреева Л.Н. Фундаментальные аспекты химии нефти. Природа смол и асфальтов.- Новосибирск: Сибирская издательская фирма РАН, 1995,-192 с.
5. Петров А.А. Углеводороды нефти - М.: Наука, 1984, - 264 с.
6. Сюняев Р.З. Коллоидные структуры асфальтенов - М.: Нефть и газ, 1994,- 49 с.
7. Руденская И.М., Руденский А.В. Реологические свойства битумов - М.: Высшая школа, 1967, - 188 с.
8. ГОСТ 22245 Битумы нефтяные, дорожные, вязкие
9. ГОСТ 3 52056-2003 Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа стирол-бутан-стирол
10. Segoz B., Topal A., Jsikyakar G. Morphology and image analysis of polymer modified bitumens. Constr Build Mater 2009; 23(5): 1986-92.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА С Zn^{2+} В ВОДНО- ЭТАНОЛЬНОЙ СРЕДЕ

© Е.Ф. Лозинская¹, А.Н. Филиппова²

¹канд. хим. наук, доцент, e-mail: lozinskaya.ed@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

²e-mail: Anasfili1998@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Изучение термодинамических и кинетических особенностей реакции комплексообразования дигидрокверцетина с ионами цинка (II) в водно-этанольных растворах.

Ключевые слова: комплексообразование, комплексное соединение, дигидрокверцетин, кинетика реакции, термодинамика, УФ-спектрометрия, энергия активации.

Комплексное соединение дигидрокверцетина (3, 5, 7, 3', 4' - пентагидроксифлавонон, ДКВ) с цинком (II) обладает ценными функциональными свойствами и усиленной биологической активностью.

Дигидрокверцетин с ацетатом цинка образует комплексные соединения (КС) ДКВ: Zn^{2+} состава 2:1, 1:1, 1:2 в водно-этанольных растворах и состава 1:1 и 1:2 в водном растворе при pH 5-6. Спектры раствора ДКВ и комплексов отличаются по интенсивности поглощения при 229 нм, 290 нм и 327,5 нм (гиперхромный эффект на спектрах комплексных соединений), состав комплексов подтверждается спектрофотометрически методом изомолярных серий и по кривой насыщения. Для наиболее устойчивого КС состава 1:1 оценили кинетику комплексообразования и термодинамическую устойчивость методом УФ-спектрофотометрии. Электронные спектры поглощения снимали в области 200-800 нм в кварцевых кюветах $l=1$ см на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 относительно дистиллированной воды.

Комплексные соединения ДКВ с цинком обладают худшей растворимостью, чем чистый флавоноид. Комплекс получали смешиванием водного раствора ацетата цинка и спиртового раствора ДКВ в эквимольных соотношениях 1:1 (0,0016:0,0016 моль) в круглодонных колбах с обратным холодильником (при этом $C(\text{ДКВ})=1,2 \cdot 10^{-2}$, $C(Zn^{2+})=1,2 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³) при температуре 70-80 °С в

течение 2 ч. При добавлении раствора Zn^{2+} наблюдается яркое окрашивание раствора в желтый цвет, что можно связать с образованием комплексного соединения ДКВ: Zn^{2+} состава 2:1. Со временем ярко-желтая окраска у раствора меняется на темно-коричневую, что связано с изменением состава комплексного соединения на эквимолярные 1:1. После остывания раствора до комнатной температуры в колбе присутствует осадок КС, который отфильтровывали на стеклянном пористом фильтре под вакуумом, промывая теплой водой. Кристаллы КС высушивали в сушильном шкафу в течение часа при 50-70 °С, затем до постоянной массы при 105-110 °С.

Константу устойчивости определяли по методу разбавления Бабко, для чего по навеске готовили водно-этанольный раствор, который затем разбавляли в q раз, снимали спектры поглощения до и после разбавления и рассчитывали отклонение от основного закона светопоглощения, степень диссоциации и условную константу. Значение условной константы устойчивости представлено в таблице 1.

Изучение кинетики комплексообразования дигидрокверцетина с катионом цинка (II) в водном растворе вели при 40 °С, 60 °С и 80 °С в условиях избыточной концентрации соли цинка в растворе, обеспечивая молярные отношения ДКВ: $Zn(II)$ =1:10. Раствор соли цинка (II) приливали к раствору ДКВ, концентрация ДКВ в реакционной смеси составляла $5 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³, а соли цинка – $5 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³.

При добавлении раствора соли цинка к раствору ДКВ при 80 °С раствор сразу приобретает бледно-желтую окраску, которая сохраняется в течение первых 20 минут, при дальнейшем нагревании раствор изменяет окраску от насыщенно-желтого в оранжевый и даже коричневый цвет. После 45 минуты нагревания наблюдали образование твердой фазы и выпадения КС в осадок желто-коричневого цвета. За реакцией следили в течение часа.

Таблица 1 – Экспериментальные и расчетные данные константы устойчивости КС ДКВ с Zn^{2+} состава 1:1

C, моль/дм ³		2·10 ⁻⁵		2·10 ⁻⁶		1·10 ⁻⁶	
A, при 255 нм		0,574		0,139		0,111	
A, при 290 нм		0,611		0,112		0,092	
A, при 336,5 нм		0,329		0,073		0,066	
q=10	Δ	δ	β _к	q=20	Δ	δ	β _к
λ=255 нм	1,4	0,7	$3,9 \cdot 10^5$	λ=255 нм	2,9	0,8	$2,6 \cdot 10^5$
λ=290 нм	0,8	0,4	$2,1 \cdot 10^6$	λ=290 нм	2,0	0,6	$1,3 \cdot 10^6$
λ=336,5 нм	1,2	0,6	$6,9 \cdot 10^5$	λ=336,5 нм	3,0	0,9	$1,7 \cdot 10^5$
$x = \bar{x} \pm \Delta x$							
$x = 9,3 \cdot 10^5 \pm 2,3 \cdot 10^5$							

В условиях большого избытка соли цинка в реакционной смеси комплексообразование можно рассматривать как реакцию псевдопервого порядка, скорость которой определяется только концентрацией ДКВ. Это позволяет оценивать константу скорости по уравнению линии тренда графика зависимости lnA от времени для участка роста оптической плотности (20-45 минут). По результатам изучения зависимости скорости комплексообразования от температуры рассчитывали энергию активации, экспериментальные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Экспериментальные и расчетные данные для оценки энергии активации

		229,5 нм	290 нм	327,5 нм
k_2/k_1	80-60 °С	0,31	0,33	0,27
	60-40 °С	0,39	0,47	0,35
	80-40 °С	0,12	0,15	0,09
x_i (Е акт, кДж)	80-60 °С	57,2	54,7	64,4
	60-40 °С	41,1	32,8	50,0
	80-40 °С	48,7	43,1	54,6
$x(\text{общ}) = \bar{x} \pm \Delta x$		$x = 49,6 \pm 5,9$		
$x(80,60) = \bar{x} \pm \Delta x$		$x = 58,8 \pm 8,4$		
$x(60,40) = \bar{x} \pm \Delta x$		$x = 41,3 \pm 14,4$		

Среднее значение энергии активации реакции образования комплексного соединения дигидрокверцетина с Zn^{2+} составляет 49,6 кДж, по величине энергии активации можно судить о том, что комплексообразование связано с разрушением внутримолекулярной водородной связи. Значение энергии активации для реакции образования комплексного соединения состава 1:1 можно принять 58,8 кДж (рассчитано по результатам изучения скорости при 60 °С и 80 °С), при более низких температурах (по результатам изучения скорости при 40 °С и 60 °С) образуется комплекс состава 1:2 энергия активации составляет 41,3 кДж. Вероятнее всего, такая разница в значениях энергии активации обусловлена разрушением аквакомплекса цинка (замещение либо 1 либо 2 молекул воды в координационной сфере цинка), что так же подтверждается желтым цветом раствора, а затем при повышении температуры нагревания раствора КС до 80 °С один атом цинка отщепляется и образуется более устойчивое комплексное соединение ДКВ с Zn^{2+} состава 1:1 коричневого цвета. Более низкая энергия активации объясняет появление ярко-желтой окраски раствора в первые минуты комплексообразования за счет образованием неустойчивого КС ДКВ с Zn^{2+} состава 1:2.

Список использованных источников

1. Трофимова Н.Н., Столповская Е.В., Бабкин В.А. Оптимизация реакции комплексообразования цинка с дигидрокверцетином в водной среде [Текст]// Н.Н. Трофимова, Е.В. Столповская, В.А. Бабкин.- Химия растительного сырья. – 2013. - №3.- С.91-97
2. Трофимова Н.Н., Столповская Е.В., Бабкин В.А. Изучение кинетики комплексообразования меди (II) с дигидрокверцетином в водной среде [Текст]// Н.Н. Трофимова, Е.В. Столповская, В.А. Бабкин и др.- Химия растительного сырья. – 2013. –№4.- С.37-43

СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГИДРАЗИДА 2-(О-ТОЛИЛОКСИ)УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

© В.А. Харламов¹, Т.Н. Кудрявцева¹, П.И. Сысоев², Л.Г. Климова³

¹ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

²ЗАО «Петрохим», г. Белгород, Россия

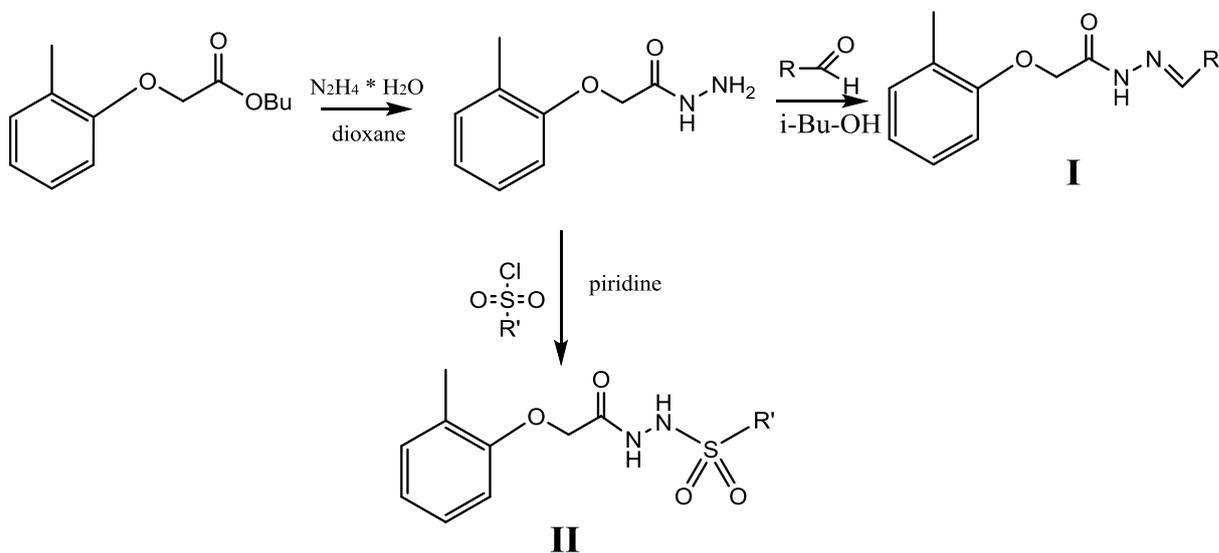
³ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет», г. Курск, Россия

В статье приведены синтез некоторых производных 2-(о-толилокси)уксусной кислоты, а именно замещенных арилиденгидразидов и пара-замещенных сульфонилгидразидов. А также проверена вероятность появления биологической активности у всех синтезированных производных и проведена проверка противомикробной активности у двух арилиденгидразидов.

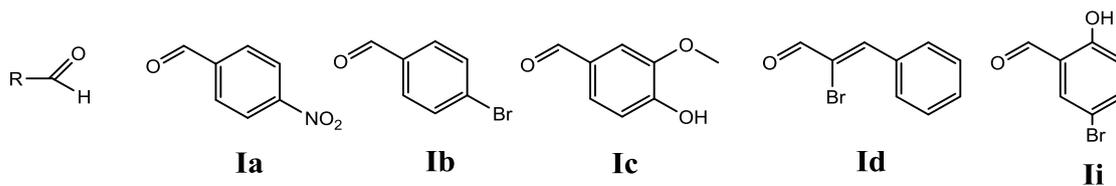
Ключевые слова: 2-(о-толилокси)уксусной кислота, о-крезоксиуксусная кислота, противомикробная активность, биологическая активность, арилиденгидразиды, сульфонилгидразиды, диацилгидразины.

Производные 2-(о-толилокси)уксусной (о-крезоксиуксусной) кислоты хорошо зарекомендовали себя как в качестве биологически активных соединений, поэтому синтез новых соединений данного ряда представляет практический интерес. В ходе работы нами были получены арилиденгидразиды и сульфонилгидразиды о-крезоксиуксусной кислоты, а также несимметричные диацилгидразины. Перечисленные направления синтеза были выбраны нами, поскольку среди арилиден-, сульфонилгидразидов, диацилгидразинов известны вещества, обладающие высокой биологической активностью и нашедшие применение в качестве лекарственных средств.

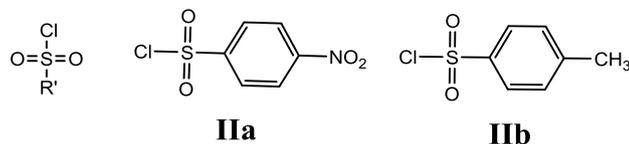
Гидразид о-крезоксиуксусной кислоты получали кипячением ее бутилового эфира с трёхкратным избытком гидразина гидрата в среде диоксана.



Где



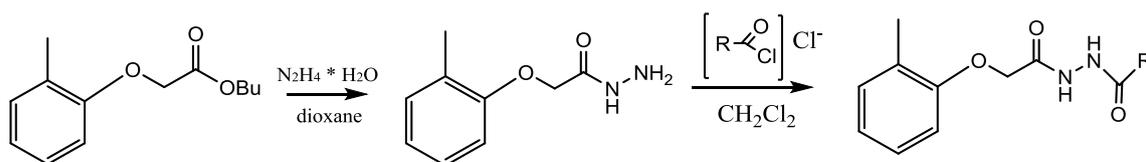
a



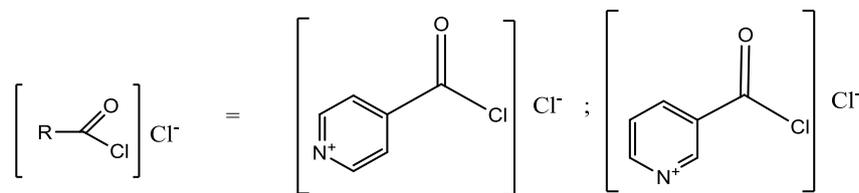
Арилиденгидразиды о-толилоксиуксусной кислоты получали взаимодействием гидразида о-крезоксиуксусной кислоты и ряда ароматических альдегидов, взятых в эквимольных соотношениях, в среде изопропанола. Процесс для соединений **Ia, Ib, Ic, Id** протекает быстро даже при комнатной температуре, при этом соответствующие арилиденгидразиды выделяются из раствора в виде осадка желтых оттенков. Выход целевых соединений составляет 75-85 %.

Сульфонилгидразиды о-толилоксиуксусной кислоты получали взаимодействием эквимольных количеств гидразида о-крезоксиуксусной кислоты и пара-замещённых сульфонилхлоридов в среде пиридина. Реакция протекает в течение 1,5 часа при температуре 55-60 °С, после смесь выливают в воду, при этом соответствующий пара-замещённый сульфонилгидразид выделяется в виде осадка кремового цвета.

Диацилгидразины получали следующим способом. К раствору гидразида о-толилоксиуксусной кислоты в метилхлориде небольшими порциями прибавляли гидрохлорид хлорангидрида никотиновой или изоникотиновой кислоты, которые готовили кипячением указанных кислот в пятикратном избытке тионилхлорида. Растворитель отгоняли и к остатку доливали раствор карбоната натрия. Полученный осадок фильтровали и сушили. Получили выход целевого продукта 70 % от теоретического.

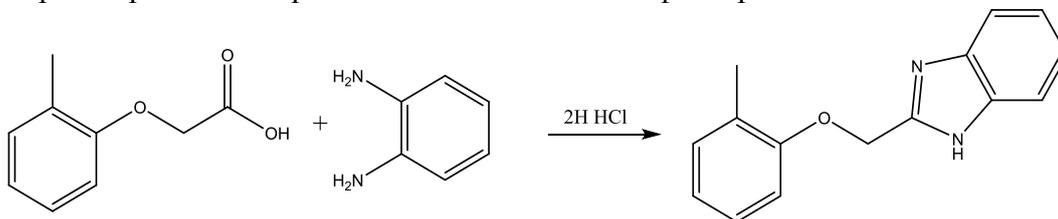


Где



Полученные диацилгидразины подвергли циклизации в полифосфорной кислоте. Однако, исходя из данных, полученных с помощью метода хромато-масс-спектрометрии, можно сделать вывод, что нагревание исходного соединения в полифосфорной кислоте приводит к образованию многокомпонентной, неразделимой смеси.

Поэтому была предпринята попытка получения производного о-крезоксипусусной кислоты, содержащей пятичленный гетероциклический фрагмент бензимидазола, циклизацией с фенилендиамином. Эквимольную смесь о-толилоксиусусной кислоты и о-фенилендиамина выдерживали в избытке 2 н соляной кислоты при 70 °С в течение пяти часов, после чего нейтрализовали раствором карбоната натрия и выпавший осадок отфильтровывали.



Для полученных соединений был осуществлён прогноз биологической активности с помощью программного ресурса PASS Online. Установлено, что арилиденгидразиды и диацилгидразины, содержащие структурный фрагмент о-крезоксипусусной кислоты, с высокой вероятностью могут обладать антимикробактериальной и противотуберкулёзной активностью, а пара-замещённые сульфонилгидразиды антидиабетическими свойствами.

Исследование антимикробактериальной активности полученных соединений *in vitro* на шести тест-штаммах микроорганизмов: *Escherichiacoli*, *Pseudomonasaeruginosa*, *Proteusvulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Candidaalbicans* показало, что полученные вещества обладают незначительной противобактериальной активностью.

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ ЕВРОПИЯ(III) НА ОСНОВЕ ПРОДУКТА КОНДЕНСАЦИИ ГИДРАЗИДА САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И ЭТАНДИАЛЯ

© Б.М.Коновалов¹, Е.А. Сарнит², Е.Д. Мельникова³

¹*e-mail: reprim@mail.ru*, Таврическая академия (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия

² канд. хим. наук, доцент кафедры общей и физической химии, *e-mail: easarnit@mail.ru*,
Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный
университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Россия

³ канд. хим. наук, доцент кафедры медицинской и фармацевтической химии,
e-mail: Lynx7575@mail.ru, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского (структурное
подразделение), ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И.
Вернадского», г. Симферополь, Россия

В работе описана методика синтеза и свойства координационного соединения европия (III) с салицилоилгидразоном этандиала; синтезированные соединения исследованы методами элементного анализа и термогравиметрии; способ координации диацилгидразона определен по данным инфракрасной спектроскопии; для твёрдого образца комплекса зарегистрирован спектр возбуждения и люминесценции; комплекс европия (III) дает характерное свечение красно-оранжевого цвета, квантовый выход люминесценции составляет 7,6 %.

Ключевые слова: комплексы европия (III), салицилоилгидразон этандиала, диацилгидразон, основания Шиффа, люминесцентный метод анализа, квантовый выход люминесценции.

Использование в качестве лигандов молекул органических соединений, способных координировать два и более катиона металла, позволяет синтезировать би- и полиядерные, мостиковые и кластерные координационные соединения [1, 2]. Среди комплексных соединений данного типа выделяют катализаторы гетерогенного катализа, реактивы для аналитической химии, соединения, способные фиксировать молекулярный азот и кислород [3, 4]. Для синтеза подобных полиядерных комплексов необходимо использовать полидентатные лиганды, способные координировать несколько катионов металлов; этому условию в полной мере отвечают диацилгидразоны на основе диальдегидов и дикетонатов. Устойчивость комплексов повышается при введении в гидразидный фрагмент дополнительных группировок, способных координировать катион металла с образованием хелатных циклов, этому условию удовлетворяют производные гидразида салициловой кислоты. Варьируя число метиленовых звеньев в карбонильном фрагменте диацилгидразона, можно проследить влияние природы и размера мостиковых лигандов на свойства комплекса [5, 6].

Диацилгидразон на основе этандиоля и салицилоилгидразида, используемый в качестве лиганда, получен путём конденсации гидразида салициловой кислоты (салицилоилгидразида) и диальдегида – этандиоля, катализатор – уксусная кислота, растворитель – водный этанол; реакция проведена при 1,5-кратном избытке этандиоля (40%-ный водный раствор).

Полученный диацилгидразон на основе салицилоилгидразида и глиоксаля – N,N'-этан-1,2-диилденбис(2-гидроксibenзгидразид) (H₄L) – кристаллическое вещество светло-желтого цвета, выход продукта реакции – 92 %. Соединение идентифицировано по данным элементного анализа и инфракрасному спектру поглощения.

Элементный анализ синтезированных соединений выполнен на элементном CHN-анализаторе «Euro EA Elemental Analyser» (кафедра общей и физической химии Таврической академии КФУ, г. Симферополь).

По данным элементного анализа H₄L: найдено, %: C – 58,32; H – 4,48; N – 18,01; для C₁₆H₁₄N₄O₄ вычислено, %: C – 58,90; H – 4,29; N – 17,18.

Инфракрасные спектры поглощения зарегистрированы на ИК-Фурье спектрометре «ООО Инфраспек» и ИК-Фурье спектрометре «Perkin Elmer» (кафедра общей и физической химии Таврической академии КФУ, г. Симферополь).

ИК-спектр H₄L ($\bar{\nu}_{\max}$, см⁻¹): 3065 ν (NH); 2967; 2936; 2856; 2726 ν (C_{ар.}-H); 1633 (амид-I); 1604 (амид-II); 1526; 1488 ν (C_{ар.}-C_{ар.}); 1452 ν (C-N); 1377 σ (C-OH); 1216 ν (C=N); 1295 ν (C-O)_{фен.}; 1141; 1099; 957 σ (C_{ар.}-H); 1071 ν (N-N); 912; 865; 831; 788; 752; 670; 656; 626 γ (C_{ар.}-H).

Комплекс европия (III) получен при взаимодействии спиртовой суспензии диацилгидразона со спиртовым раствором кристаллогидрата ацетата европия (III) в соотношении 3 : 2 при 5 %-ном избытке соли. Комплекс представляет собой мелкокристаллическое вещество желтого цвета, нерастворимое в воде, этаноле и хлороформе; показано, что при проведении синтеза по аналогичной схеме с использованием кристаллогидрата нитрата европия (III) образования осадка комплекса не происходит.

Термогравиметрические исследования синтезированного комплекса проведены на Q-дериватографе на базе Центра коллективного пользования «Биопозитивное строительство и ресурсосбережение» (Академия строительства и архитектуры КФУ, г. Симферополь).

Данные дифференциального термического и термогравиметрического анализа комплекса европия (III) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные дифференциального термического и термогравиметрического анализа комплекса европия(III) на основе салицилоилгидразида этандиала

Интервал температур по кривой ДТА, °С	Экстремум по кривой ДТА, °С	Δm , % найденно	Процесс
90–120	110 (–)	11	десольватация
120–280	250 (+)	36	термоокислительная деструкция
280–450	430 (+)	68	
450–800	680 (+)	77	выгорание органического остатка

В спектре комплекса европия (III) на основе диацилгидразона этандиала отмечается исчезновение полос поглощения «амид-I» и «амид-II» при 1633 и 1604 см^{-1} , вместо них появляются две новые интенсивные полосы поглощения с максимумами при 1586 см^{-1} и 1557 см^{-1} , отнесенные соответственно к колебаниям следующих группировок атомов: сопряженной $>\text{C}=\text{N}-\text{N}=\text{C}<$ и депротонированной $-\text{C}(\text{O}^-)=\text{N}-$, что позволяет сделать предположение о переходе лиганда при координации в депротонированную оксиазинную форму. Атом кислорода остатка гидразидного фрагмента выполняет мостиковую функцию между двумя катионами металла, поэтому наблюдается значительное смещение полосы валентных колебаний $\text{C}-\text{O}$ в низкочастотную область до 1586 см^{-1} . Участие в координации атома азота подтверждается смещением полосы валентного колебания $\text{C}=\text{N}$ от 1216 см^{-1} до 1246 см^{-1} . Таким образом, диацилгидразон координирован катионом европия (3+) через два атома кислорода: один из атомов кислорода относится к депротонированной оксиазинной форме диацилгидразона, а другой к депротонированной OH -группе остатка салицилоилгидразида. Образование оксо-мостиков между катионами европия (III) за счёт феноксидных атомов кислорода не происходит, о чем свидетельствует полоса валентных колебаний связи $\text{C}-\text{O}$ феноксидного фрагмента, смещенная в область 1301 см^{-1} в спектре комплекса (у свободного диацилгидразона при 1295 см^{-1}).

На основании проведенных исследований установлено, что диацилгидразон выполняет роль мостикового лиганда, координация осуществляется через атомы азота и атомы кислорода с образованием трёх пятичленных хелатных циклов и атом кислорода феноксидного фрагмента с образованием шестичленного хелатного цикла, при этом атом кислорода гидразидного фрагмента дополнительно координирует соседний катион металла с образованием оксо-мостиков; при этом бензольные кольца фрагментов салицилоилгидразида, вероятно, расположены так, что между ними возможно стэкинг-взаимодействие.

Наиболее информативные полосы поглощения в ИК-спектре комплекса и салицилоилгидразона представлены в таблице 2.

Спектры возбуждения и люминесценции твёрдого образца синтезированного комплекса зарегистрированы с использованием спектрофлюориметра «Fluoromax-4» (HORIBA Scientific) с Хе-лампой (кафедра общей и физической химии Таврической академии КФУ, г. Симферополь).

Таблица 2 – Отнесение основных полос поглощения ($\bar{\nu}_{\text{max}}$, см⁻¹) в инфракрасных спектрах диацетилгидразона этандиала (H₄L) и комплексе европия(III) на его основе

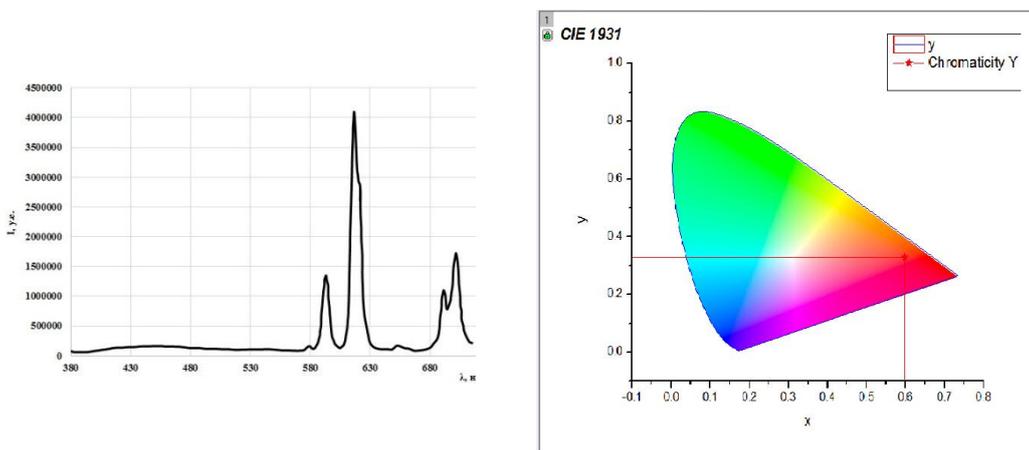
№ п/п	Тип колебания	H ₄ L	Eu ₃ L ₂ (CH ₃ COO)(C ₂ H ₅ O) ₈
1.	$\nu(\text{OH})$	3234 (ш.)	3340 (ш.)
2.	$\nu(\text{NH})$	3065 (ш.)	3033 (ш.)
3.	$\nu(\text{C}_{\text{ар.}}-\text{H})$	2967; 2936; 2856; 2726	2968; 2924 (ш.)
4.	“Амид-I”	1633	–
5.	“Амид-II”	1604	–
6.	$\nu(>\text{C}=\text{N}-\text{N}=\text{C}<)$	–	1586
7.	$\nu(-\text{C}(\text{O}^-)=\text{N}-)$	–	1557
8.	$\nu(\text{C}_{\text{ар.}}-\text{C}_{\text{ар.}})$	1526; 1488	1485; 1416; 1380
9.	$\nu(\text{C}-\text{N})$	1452	1436
0.1	$\sigma(\text{C}-\text{OH})$	1377	–
1.1	$\nu(\text{C}=\text{N})$	1216	1246
2.1	$\nu(\text{C}-\text{O})_{\text{фен.}}$	1295	1301 (с.)
3.1	$\sigma(\text{C}_{\text{ар.}}-\text{H})$	1141; 1099; 957	1166; 1108
4.1	$\nu(\text{N}-\text{N})$	1071	1041
5.1	$\gamma(\text{C}_{\text{ар.}}-\text{H})$	912; 831; 788; 752; 670	941; 832; 753; 673

На рис. 1-а приведен спектр люминесценции твёрдого образца комплекса Eu³⁺(4f⁶) – наиболее интенсивные полосы наблюдаются при 590, 614, 686 и 700 нм, что соответствует переходам с низшего уровня J = 0 первого возбужденного терма ⁵D₀ на J-уровни основного терма ⁷F_J (J = 1; 2; 3; 4) (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры спектра люминесценции комплекса европия(III) с салицилоилгидразоном этандиала

$\lambda_{\text{люм.}}$, нм	$I_{\text{люм.}} \times 10^{-5}$	Электронный переход
590	13	⁵ D ₀ → ⁷ F ₁
614	42	⁵ D ₀ → ⁷ F ₂
686	11	⁵ D ₀ → ⁷ F ₃
700	17	⁵ D ₀ → ⁷ F ₄

На рисунке 1-б приведена цветовая диаграмма, отражающая положение максимума люминесценции твёрдого образца данного комплекса, точка максимума на диаграмме отвечает координатам цветности: x = 0,60; y = 0,32, что соответствует красно-оранжевой области спектра; квантовый выход люминесценции Q_y составляет 7,6 %.



а) спектр люминесценции.

б) цветовая диаграмма ($x = 0,60$; $y = 0,32$).

Рисунок 1 – Спектр и цветовая диаграмма люминесценции твёрдого образца комплекса европия(III) на основе N,N'-этан-1,2-дилиденбис(2-гидроксibenзгидразида)

Список использованных источников

1. Takayuki, S. Heterodinuclear Complexes Containing d- and f-block Elements: Synthesis, Structural Characterization and Metall-Metall Interactions of Novel Chromium(III)-Lanthanide(III) Compounds Bridged by Oxalate / S. Takayuki, S. Takayoshi, Y. Takafumi // *Inorg. Chem.* – 1998. – № 37. – P. 4712–4717.
2. Kahn, O. Zweikernkomplexe mit vorhersagbaren magnetischen Eigenschaften / O. Kahn // *Angew. Chem.* – 1985. – Bd. 97. – S. 837–853.
3. Коренман, И. М. Органические реагенты в неорганическом анализе / И. М. Коренман. – М. : Химия, 1980. – С. 334–335.
4. Ларин, Г. М. Делокализация электронов в координационных соединениях / Г. М. Ларин // *Коорд. химия.* – 1992. – Т. 18, № 7. – С. 699–728.
5. Парпиев, Н. А. Ацилгидразоны и их комплексы с переходными металлами / Н. А. Парпиев, В. Г. Юсупов, С.И. Якимович С.И. – Ташкент: ФАН. – 1988. – 164 с.
6. Larin, G. M. Weak long-range spin-spin exchange interactions in a copper(II) complex / G. M. Larin, V. F. Shul'gin, E. A. Sarnit // *Mendeleev Commun.* – 1999. – № 4. – P. 129–130.

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЕВРОПИЯ (III) И ТЕРБИЯ (III) НА ОСНОВЕ N-ДОДЕЦИЛИМИНОДИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ХЕЛАТООБРАЗУЮЩИХ ЛИГАНДОВ

© Е.А. Сарнит¹, Н.Н. Сайдахмедова², Е.Д. Мельникова³

¹ канд. хим. наук, доцент кафедры общей и физической химии,
e-mail: esasarnit@mail.ru, Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ
ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь,
Россия

² e-mail: lll.ooo.1965@mail.ru, Таврическая академия (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г.
Симферополь, Россия

³ канд. хим. наук, доцент кафедры медицинской и фармацевтической химии,
e-mail: Lynx7575@mail.ru, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского
(структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В. И. Вернадского», г. Симферополь, Россия

Получены и исследованы гетеролигандные комплексы европия (III) и тербия (III) на основе N-додецилиминодиуксусной кислоты, 1,10-фенантролина и пентандиона-2,4, обладающие квантовым выходом люминесценции – 9,7 % и 20,8 % соответственно. Синтезированные соединения исследованы методами элементного анализа и термогравиметрии; способ координации определен по данным инфракрасной спектроскопии.

Ключевые слова: гетеролигандные комплексы европия (III), гетеролигандные комплексы тербия (III), N-додецилиминодиуксусная кислота, пентандион-2,4 (ацетилацетон), 1,10-фенантролин, квантовый выход люминесценции.

Согласно классификации катионов редкоземельных элементов соединения Eu^{3+} и Tb^{3+} проявляют люминесценцию в видимой области спектра [1, 2], что обусловлено электронными переходами в пределах f -подуровня центрального атома [3–5]. Для синтеза гетеролигандных комплексов в качестве лигандов использованы: N-додецилиминодиуксусная кислота, поскольку расположение донорных атомов азота и кислорода в молекуле кислоты благоприятно для образования устойчивых пятичленных хелатных циклов, ацетилацетон и 1,10-фенантролин. В свою очередь, N-додецилиминодиуксусная кислота и её аналогии являются перспективными объектами для получения пленок Ленгмюра-Блоджетт; сочетание свойств центрального атома и органического лиганда позволяет придавать подобным плёнкам заданные свойства [6–8]. В качестве дополнительных хелатообразующих лигандов выступают пентандион-2,4 и 1,10-фенантролин, который в составе комплекса выполняет роль своеобразной «фотоантенны» для передачи энергии излучения на орбитали центрального атома.

Синтез координационных соединений осуществлен в две стадии: первая стадия – получение гетеролигандных комплексов f -элементов на основе ацетилацетона (HAcac) и 1,10-фенантролина (Phen) (схема 1). Вторая стадия – синтез с использованием промежуточного комплекса и N-додецилиминодиуксусной кислоты в хлороформе в соотношении реагентов 1 : 1 (схема 2).



Полученные координационные соединения европия (III) и тербия (III) представляют собой мелкокристаллические вещества бежевого цвета, нерастворимые в воде и малорастворимые в этаноле и хлороформе. Элементный анализ комплексов выполнен на элементном CHN-анализаторе «Euro EA Elemental Analyser» (кафедра общей и физической химии Таврической академии КФУ, г. Симферополь). Данные элементного анализа итоговых комплексов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав и данные элементного анализа комплексов

Соединение (№)	Брутто-формула	Массовая доля, % (найдено / вычислено)		
		C	H	N
[Eu(L)(Acac)(Phen)] (1)	$C_{33}H_{44}N_3EuO_6$	54,78 / 54,24	6,27 / 6,07	5,86 / 5,75
[Tb(L)(Acac)(Phen)] (2)	$C_{33}H_{44}N_3TbO_6$	53,62 / 53,73	6,19 / 6,01	5,76 / 5,70

Термогравиметрические исследования проведены на Q-дериwаtографe на базе Центра коллективного пользования «Биопозитивное строительство и

ресурсосбережение» (Академия строительства и архитектуры КФУ, г. Симферополь). Результаты определения термической устойчивости комплексов и процесса их разложения при нагревании представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные дифференциального термического и термогравиметрического анализа комплексов европия(III) и тербия(III) на основе N-додецилиминодиуксусной кислоты, ацетилацетона и 1,10-фенантролина

Соединение (№)	Интервал температур по кривой ДТА, °С	Экстремум по кривой ДТА, °С	$\Delta m, \%$ найдено/вычислено	Процесс
[Eu(L)(Acac)(Phen)] (1)	100–210	–	6,9 / 6,8	– HAcac
	210–240	229 (+)	34,3 / 32,7	– 2CO ₂
	240–350	–	62,9 / 63,2	– Phen
	350–450	436 (+)	65,9 / –	выгорание органического остатка
	450–490	471 (+)		
	490–778	–	76,9 / –	окончательная потеря массы
[Tb(L)(Acac)(Phen)] (2)	110–220	–	7,0 / 6,8	– HAcac
	220–260	230 (+)	36,0 / 37,4	– 2CO ₂
	260–340	–	64,5 / 63,4	– Phen
	340–420	428 (+)	63,8 / –	выгорание органического остатка
	420–490	475 (+)		
	490–800	–	77,0 / –	окончательная потеря массы

Для идентификации гетеролигандных комплексов проведено сравнение положения полос поглощения наиболее характеристичных колебаний свободных и координированных органических лигандов: валентных колебаний связи C–N для 1,10-фенантролина; валентных колебаний связей C–O и C=O для ацетилацетона; валентных асимметричных и симметричных колебаний карбоксилат-аниона для N-додецилиминодиуксусной кислоты. Инфракрасные спектры поглощения зарегистрированы на ИК-Фурье спектрометре «ООО Инфраспек» и ИК-Фурье спектрометре «Perkin Elmer» (кафедра общей и физической химии Таврической академии КФУ, г. Симферополь). Наиболее информативные полосы поглощения в ИК-спектрах комплексов и исходных лигандов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные ИК спектроскопии ($\bar{\nu}$ max, см⁻¹) комплексов европия (III) и тербия (III) с N-додецилиминодиуксусной кислотой (H₂L) ацетилацетоном (HAcac-H) и 1,10-фенантролином (Phen)

Тип колебания	H ₂ L	[Eu(L)(Acac)(Phen)] (1)	[Tb(L)(Acac)(Phen)] (2)
$\nu(\text{OH})$	3020 (сл.)	–	–
$\nu(\text{C}=\text{O})_{(-\text{COOH})}$	1703 (с.)	–	–
$\delta(\text{COH})_{(-\text{COOH})}$	1430	–	–
$\nu(\text{C}-\text{N})$	1338	1330	1325
$\nu(\text{C}-\text{O})_{(-\text{COOH})}$	1293	–	–

Тип колебания	H ₂ L	[Eu(L)(Acac)(Phen)] (1)	[Tb(L)(Acac)(Phen)] (2)
$\nu_{as}(\text{COO}^-)$	–	1587	1604
$\nu_s(\text{COO}^-)$	–	1346	1352
$\Delta\nu$	–	241	252
Полосы поглощения дополнительных хелатообразующих лигандов			
$\nu(\text{C=O})$	Acac ⁻	1630	1650
$\nu(\text{C-O})$		1135 (сл.)	1124 (сл.)
$\nu(\text{C}_{ap}\text{-N})$	Phen	1427 (ш.)	1420 (ш.)

На основании полученных данных синтезированному комплексу **1** можно приписать следующее строение: 1,10-фенантролин координирован катионом металла через атомы азота с образованием хелатного пятичленного цикла; ацетилацетон координирован в однократно депротонированной енольной форме через два атома кислорода с образованием шестичленного хелатного цикла; N-додецилиминодиуксусная кислота координирована через атомы кислорода однократно депротонированных карбоксильных групп, о чем свидетельствует значение разности асимметричных и симметричных валентных колебаний ($\Delta\nu = 241 \text{ см}^{-1}$); в координации участвует также атом азота с образованием двух пятичленных хелатных циклов, о чем свидетельствует низкочастотное смещение полосы валентных колебаний связи C–N (от 1338 до 1330 см^{-1}). Аналогичное строение имеет комплекс **2**: значение разности асимметричных и симметричных валентных колебаний карбоксилат-аниона составляет $\Delta\nu = 252 \text{ см}^{-1}$; полоса валентных колебаний связи C–N также смещена в низкочастотную область до 1325 см^{-1} (рис. 1).

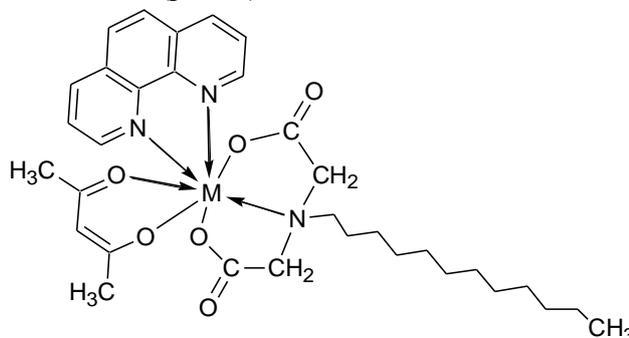
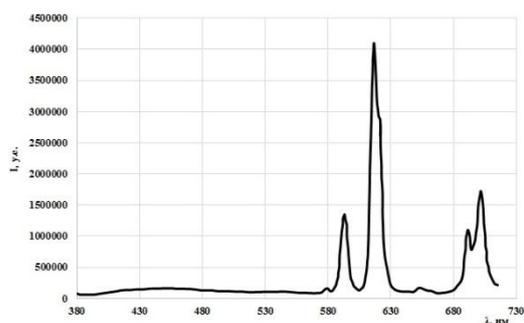
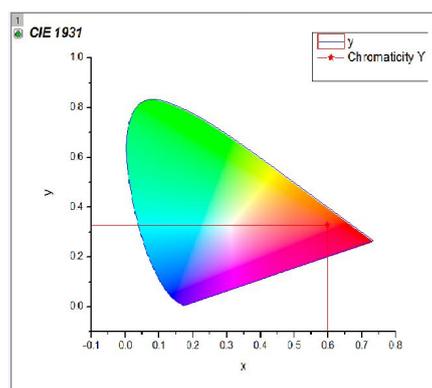


Рисунок 1– Строение гетеролигандных комплексов [M(L)(Acac)(Phen)] (M = Eu, Tb)

Спектры возбуждения и люминесценции твёрдых образцов синтезированных комплексов зарегистрированы с использованием спектрофлюориметра «Fluoromax-4» (HORIBA Scientific) с Хе-лампой (кафедра общей и физической химии Таврической академии КФУ, г. Симферополь). На рисунке 2-а приведен спектр люминесценции твёрдого образца комплекса [Eu(L)(Acac)(Phen)] (1), наиболее интенсивные полосы наблюдаются при 590, 612, 688 и 700 нм, что отвечает переходам с низшего уровня $J = 0$ первого возбужденного терма 5D_0 на J -уровни основного терма 7F_J ($J = 1; 2; 3; 4$) иона $\text{Eu}^{3+}(4f^6)$ (табл. 4). На рисунке 2-б приведена цветовая диаграмма, точка максимума на диаграмме отвечает следующим координатам цветности: $x = 0,60$; $y = 0,34$, что соответствует красно-оранжевой области спектра; квантовый выход люминесценции Q_y составляет 9,7 %.



а) спектр люминесценции.



б) цветовая диаграмма ($x = 0,60$; $y = 0,34$).

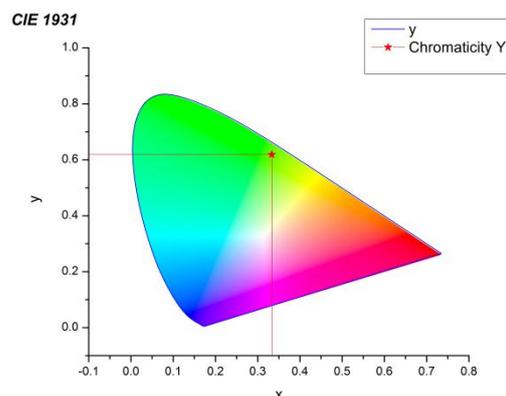
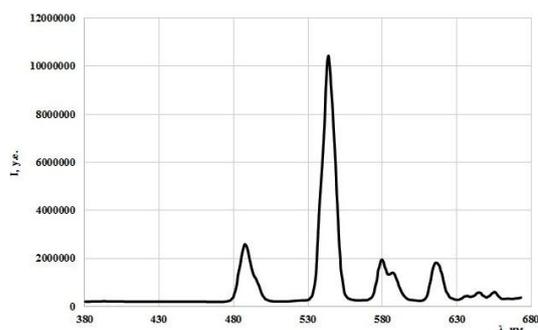
Рисунок 2 – Спектр люминесценции и цветовая диаграмма люминесценции твёрдого образца комплекса $[\text{Eu}(\text{L})(\text{Acac})(\text{Phen})]$ (1)

В таблице 4 приведены значения положения максимумов, интенсивность полос и отвечающие им электронные переходы в спектрах в люминесценции комплексов.

Таблица 4 – Параметры спектров люминесценции твёрдых образцов комплексов $[\text{Eu}(\text{L})(\text{Acac})(\text{Phen})]$ и $[\text{Tb}(\text{L})(\text{Acac})(\text{Phen})]$

Соединение (№)	$\lambda_{\text{люм}}$, нм	$I_{\text{люм}} \times 10^{-5}$	Электронный переход
$[\text{Eu}(\text{L})(\text{Acac})(\text{Phen})]$ (комплекс 1)	590	14	${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_1$
	612	43	${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$
	688	12	${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_3$
	700	18	${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_4$
$[\text{Tb}(\text{L})(\text{Acac})(\text{Phen})]$ (комплекс 2)	448	24	${}^5D_4 \rightarrow {}^7F_6$
	545	108	${}^5D_4 \rightarrow {}^7F_5$
	583	18	${}^5D_4 \rightarrow {}^7F_4$
	620	16	${}^5D_4 \rightarrow {}^7F_3$

На рисунке 3-а приведен спектр люминесценции твёрдого образца комплекса $[\text{Tb}(\text{L})(\text{Acac})(\text{Phen})]$ (2), наиболее интенсивные полосы наблюдаются при 448, 545, 583 и 620 нм, что отвечает переходам с низшего уровня $J = 4$ первого возбужденного терма 5D_4 на J -уровни основного терма 7F_J ($J = 6; 5; 4; 3$) иона $\text{Tb}^{3+}(4f^8)$ (табл. 4). На рисунке 3-б приведена цветовая диаграмма, точка максимума на диаграмме отвечает следующим координатам цветности: $x = 0,33$; $y = 0,62$, что соответствует зеленой области спектра; квантовый выход люминесценции Q_y составляет 20,8 %.



а) спектр люминесценции.

б) цветовая диаграмма ($x = 0,33$; $y = 0,62$).

Рисунок 3 – Спектр люминесценции и цветовая диаграмма люминесценции твёрдого образца комплекса $[Tb(L)(Acac)(Phen)]$ (2)

Таким образом, в результате работы получены и исследованы гетеролигандные комплексы европия (III) и тербия (III) с N-додецилиминодиуксусной кислотой, ацетилацетоном и 1,10-фенантролином.

По данным инфракрасной спектроскопии определён способ координации N-додецилиминодиуксусной кислоты, выполняющей роль тридентатного лиганда: координация осуществляется через монодентатно координированные карбоксилат-анионы и атом азота с образованием двух пятичленных хелатных циклов.

Для твёрдых образцов синтезированных гетеролигандных комплексов европия (III) и тербия (III) изучены спектры возбуждения и люминесценции; определен квантовый выход люминесценции, составляющий 9,7 % и 20,8 % соответственно.

Список использованных источников

1. Гайдук, М. И. Спектры люминесценции европия / М. И. Гайдук, В. Ф. Золин, Л. С. Гайгерова. – М. : Наука, 1974. – 195 с.
2. Казгикин, О. Н. Неорганические люминофоры / О. Н. Казгикин, Л. Я. Марковский, И. А. Миронов. – Л. : Химия, 1975. – 192 с.
3. Ермолаев, Л. В. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения / Л. В. Ермолаев, Е. Н. Бодунов, Е. Б. Свешникова [и др.]. – Л. : Наука, 1977. – 616 с.
4. Latva, M. Correlation between the lowest triplet state energy level of the ligand and lanthanide(III) luminescence quantum yield / M. Latva, H. Takalo, V.-M. Mikkala [et al.] // J. Luminesc. – 1997. – Vol. 75, № 2. – P. 149–169.
5. Каткова, М. А. Координационные соединения редкоземельных металлов с органическими лигандами для электролюминесцентных диодов / М. А. Каткова, А. Г. Витухновский, М. Н. Бочкарёв // Успехи химии. – 2005. – Т. 74, № 12. – С. 1193–1215.
6. Блинов, Л. М. Физические свойства и применение лангмюровских моно- и мультимолекулярных структур / Л. М. Блинов // Успехи химии. – 1983. – Т. 52, № 8. – С. 1263–1300.
7. Тодуа, П. А. Применение сверхтонких слоев органических материалов в перспективных устройствах твердотельной электроники / П. А. Тодуа, В. Н. Шестакова – С-Пб. : Сер. Образцовые и высокоточные измерения, 1989. – С. 14–18.
8. Чечель, О. В. Использование пленок Ленгмюра-Блоджетт в качестве регистрирующих слоев оптических носителей информации / О. В. Чечель, В. Н. Николаев // Успехи химии. – 1990. – Т. 59, № 11. – С. 1888–1903.

ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

© Е.А. Алябьева

учитель, e-mail: kursk5478@mail.ru, муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 54», г. Курск, Россия

В статье рассматривается мотивация учащихся при обучении программированию с использованием языка программирования Python. Представлены примеры занятий.

Ключевые слова: мотивация, программирование, проблема, творческая деятельность.

Цель статьи – рассмотрение некоторых возникающих проблем, с которыми сталкиваются педагоги при обучении программированию и путей их разрешения.

Потребность к саморазвитию заложена в маленьких детях природой. К седьмому-восьмому классу эта потребность резко снижается. Возможно, это происходит из-за того, что ребенок уже переполнен информацией. Дети сознательно избегают обучения и, в итоге, имеют низкие результаты. Некоторые, в целом способные ученики, отказываются от образования, считая, что оно не стоит тех усилий, которые им приходится совершать для его получения. Аргументируют они это чаще тем, что это им неинтересно, а иногда, говорят о том, что в жизни им это не пригодится.

Формирование учебной мотивации – одна из центральных проблем, возникающих в процессе обучения. Ее важность обусловлена самой учебной деятельностью, обновлением содержания учебного материала, формированием у подростков эффективного набора средств для самостоятельного приобретения знаний, развития активности. В данный момент большее количество проблем в области обучения и воспитания возникает в связи с демотивированностью большинства обучающихся.

Мотив – это цель, достижение которой выступает смыслом деятельности. Человеку он представляется в форме особенных переживаний, которые могут характеризоваться яркими положительными эмоциями от достижения результата, или же отрицательными, связанными с неудовлетворенностью в настоящем положении. Чтобы осознать мотив, человеку приходится проделать серьезную внутреннюю работу.

Мотивация – это особое состояние, которое формирует и поддерживает наше поведение от начала решения задачи до результата. Под мотивацией вообще понимаются факторы, регулирующие движение по направлению к поставленной цели, а также процессы, которые влияют на активность и пассивность поведения.

Для повышения мотивации необходимо:

- Создать у обучающихся ощущение саморазвития, переживание успеха в деятельности, для чего необходимо правильно подбирать уровень сложности заданий и поэтапно оценивать результат деятельности;
- Употреблять все возможности учебного материала для того, чтобы привлечь учеников, ставить актуальные вопросы, активизировать самостоятельное мышление;
- Организовать сотрудничество учеников на уроке, взаимопомощь, положительное отношение к предмету в целом;
- Учителю необходимо правильно строить отношения с классом, быть заинтересованным в успехах своих учеников; видеть индивидуальность каждого, организовывать каждого, опираясь на его личные мотивы.

Как правило, всем известно о перечисленных выше условиях для развития устойчивой мотивации к учению. Но по-прежнему остро стоит вопрос, как осуществить это на практике.

Долгое время мотивом для изучения информатики, в первую очередь, выступала увлеченность компьютером. Теперь же для большинства обучающихся компьютер становится практически бытовым прибором и лишается с этим своей мотивационной силы.

В настоящее время люди становятся участниками взаимодействия между собой и роботами, искусственным интеллектом, автоматизированными системами, занимающими все больше места в нашей жизни. Человек должен владеть навыками взаимодействия и управления автоматизированными системами, что является невыполнимым без знания основ алгоритмизации и современных языков программирования. Использование языка программирования – это рациональный способ взаимодействия между человеком и компьютером.

Любая серьезная деятельность, связанная как с обучением иностранному языку, химии, физике, так и с программированием, требует большой силы воли и упорства, особенно пока не освоен базовый материал, без которого нельзя полностью погрузиться в творческую работу. Многие успешные люди могут работать большое количество часов в день, поскольку для них работа и увлечение – это одно и то же. Но для достижения такого уровня нужна настойчивость в изучении азов любой деятельности.

Важно, чтобы ученик смог поставить перед собой цель, которую действительно ему захотелось бы достичь, и понимал, при этом, что знаний у него не хватает и впереди его ждет огромный труд. Но, в то же время, ребенок должен чувствовать, что этот труд будет ему не в тягость, так как каждый этап работы приближает его к достижению цели.

Программирование – удивительнейшая деятельность. Программист знает команды на особых языках программирования, которым подчиняются компьютеры и умеют составлять компьютерные программы. Профессии, связанные с информационными технологиями, наиболее востребованы на рынке труда и потому достаточно высокооплачиваемы. Оптимальное время для начала развития алгоритмического мышления – это 6-7 классы, однако можно начать и позже, главное – желание.

Компетенцию программирование можно разложить на две основные составляющие. Первое это алгоритмическое мышление, формализация задачи, включая методы математического моделирования. Это требует серьезных знаний математики и физики и большой практики решения задач из этих областей. Несмотря на теоретические основы реализации некоторых алгоритмов, чем больше ученик решает задач, выполняет проектных заданий, тем больше у него развиваются алгоритмические способности. Второе это знание синтаксиса языка программирования, основных библиотек и функций и умение применять современные языки программирования, для реализации алгоритмов и моделей.

Программирование, как вид деятельности, серьезно развивает мышление, аналитические способности и технику самоорганизации. Это важное конкурентное преимущество при выборе большинства профессий в современном мире.

Кроме того, программирование развивает уверенность в себе и творческий потенциал и предоставляет инструменты для создания мира безграничных возможностей, где ученики могут создавать свои собственные пути и решения по-своему. Важно показать начинающему мир программирования во всей вариативности. Чтобы ребенок не просто научился отличать язык программирования от компилятора, а встроенные возможности языка – от библиотек, но ещё и узнал, что далеко не всегда программы в принципе компилируются, и в чём плюсы и минусы этого факта. А заодно ощутил внутри себя, какой подход ему ближе и интереснее и к какой цели ему хочется стремиться.

Предлагаю примеры некоторых заданий с указанием темы (многие идеи заданий были взяты из замечательной Брайсона Пейна «Python для детей и родителей»)

Тема «Линейные алгоритмы. Ввод и вывод информации» Игра «Программа-шутка», организующая простейший диалог с пользователем, содержание которого варьируется в зависимости от фантазии детей.

Тема «ASCII искусство». Задание: напишите программу на Python, чтобы рассказать другим о себе, используя текст и искусство ASCII. Можно создавать изображения своих хобби, друзей или что угодно!

Тема «Типы данных, используемые в языке Python». Создание игры «Камень, ножницы, бумага» и игра против компьютера.

Наиболее популярный прием – использование ситуации из жизни. Преподаватель обсуждает с детьми хорошо знакомые каждому ситуации, понимание которых следует лишь после серьезного анализа рассматриваемого материала. Необходимо только, чтобы этот пример был действительно жизненным, а не формальным. Кроме того, обращение к повседневному опыту – это не только прием для создания мотивации. Особенно ценно то, что ученики видят как можно использовать получаемые ими знания на практике.

Программирование, относительно других сфер деятельности, позволяет очень быстро увидеть результат своей работы, и именно это обстоятельство делает его особо привлекательным. Программист, наверное, одна из немногих профессий, которые можно начинать осваивать уже в школе. Так же, как искусство является способом выражения творческих способностей, программирование может быть весьма привлекательным и веселым навыком для детей сегодня.

Список использованных источников

1. Поляков К.Ю., Еремин Е.А. Информатика. Углубленный уровень: учебник для 11 класса: в 2 ч., ч. 2. – М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2013. – 304 с.
2. Окулов С.М. Программирование в алгоритмах. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002. – 341 с.
3. Дмитриев В.Л. Опыт отбора задач для активизации интереса школьников к изучению программирования // Информатика в школе. 2015. № 4. – С. 51-54.

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК УСКОРЯЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПРОСВЕЧИВАЮЩЕМ ЭЛЕКТРОННОМ МИКРОСКОПЕ

© В.Н. Тарасова, В.Д. Беликов

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

В статье рассматривается влияние параметров ускоряющего напряжения на характеристики просвечивающего электронного микроскопа. Проведено сравнение разрешающей способности просвечивающих электронных микроскопов с различным ускоряющим напряжением.

Ключевые слова: *разрешающая способность, просвечивающая электронная микроскопия, ускоряющее напряжение.*

Просвечивающий электронный микроскоп (далее ПЭМ) – это устройство, предназначенное для получения изображений ультратонких образцов путем прохождения через него пучка электронов [1]. На рисунке 1 представлен ПЭМ фирмы JEOL модели JEM-100B.



Рисунок 1 – Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-100B

Источник ускоряющего напряжения, выполняющий одну из основных функций в данном устройстве, предназначен для генерации высоких напряжений, благодаря которым производится ускорение электронов в электронной пушке, необходимых для просвечивания сверхтонкого образца.

Ускоряющее напряжение оказывает существенное влияние на разрешающую способность электронного микроскопа [2]. Под разрешающей способностью понимают наименьшее расстояние между двумя деталями объекта, при котором они различимы друг от друга.

Разрешающая способность системы определяется дифракционным пределом Аббе, из этого следует, что разрешающая способность системы прямо пропорциональна длине волны и обратно пропорциональна показателю преломления среды и синусу апертурного угла (выражение (1)).

$$d_{min} = \frac{\lambda}{2n \cdot \sin(\alpha)} \quad (1)$$

где α – апертурный угол (у современных микроскопов он близок к 90°);

n – показатель преломления среды (поскольку давление в электронных микроскопах порядка 10^{-6} Па, то и показатель преломления среды близок к 1);

λ – длина волны.

Для того чтобы увеличить разрешающую способность системы необходимо уменьшать длину волны излучения, падающего на исследуемый объект. В электронном микроскопе в качестве излучения используется пучок электронов. Под действием электрического поля в вакууме происходит движение электронов. При покидании катода с начальной скоростью $V_0=0$ м/с, электрон попадает в электрическое поле с напряженностью E [В/м]. На рисунке 2 схематично показано движение электрона в электрическом поле [3].

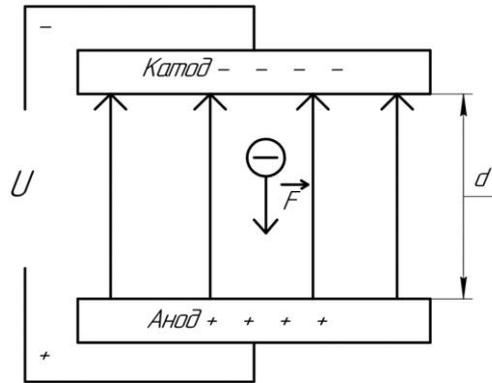


Рисунок 2 – Схема движения электрона в электрическом поле

При таких условиях на электрон действует постоянная сила F , а так же ускорение a , пропорциональное величине этой силы и обратно пропорциональное массе электрона (выражение 2):

$$a = \frac{F}{m} = \frac{e \cdot E}{m} = \frac{e \cdot U}{m \cdot d} \quad (2)$$

где $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ [кг] - масса электрона
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ [Кл] – заряд электрона;
 U – напряжение между катодом и анодом, [В],
 d – расстояние между катодом и анодом [м].

Двигаясь равноускоренно электрон, пройдя расстояние d , достигнет анода и будет обладать при этом кинетической энергией:

$$W = \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad (3)$$

Эту энергию электрон приобретает благодаря работе сил электрического поля, которая находится из выражения 4:

$$A = F \cdot d = e \cdot E \cdot d = e \cdot U. \quad (4)$$

Из этого следует, что энергия электрона зависит от его электрического заряда и приложенного напряжения между катодом и анодом. Приравняв выражения (3) и (4), можно выразить зависимость скорости электрона от ускоряющего напряжения:

$$v = \sqrt{\frac{2e \cdot U}{m}}. \quad (5)$$

Так как длина волны электрона описывается волной де Бройля, а импульс – это произведение массы на скорость, то с учетом выражения (5), получим выражение, описывающее зависимость длины волны электрона от напряжения, ускоряющего его:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m \cdot e \cdot U}}. \quad (6)$$

В таблице 1 показано сравнение разрешающей способности микроскопов фирмы JEOL с различным ускоряющим напряжением. Из этой таблицы видно, что чем выше ускоряющее напряжение имеет микроскоп, тем лучше его разрешающая способность.

Таблица 1 – Сравнение разрешающей способности микроскопов фирмы JEOL

Модель	Максимальное ускоряющее напряжение, кВ	Разрешающая способность, нм
JEOL JEM-100B	100	0,34
JEOL JEM-1011	100	0,30
JEOL JEM-2200FS	200	0,19
JEOL JEM-3200FSC	300	0,17
JEOL JEM-ARM1300	1300	0,10

Таким образом, разрешающая способность электронного микроскопа определяется эффективной длиной волны электронов. Длина волны зависит от скорости электронов, следовательно, от ускоряющего напряжения – чем больше ускоряющее напряжение, тем больше скорость электронов и тем меньше длина волны, значит, выше разрешение.

Список использованных источников

1. Синдо Д., Оикава Т.А «Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия». Перевод с английского языка С. А. Иванова, М.: ТЕХНОСФЕРА, 2006 – 256с.
2. Власов А.И., Елсуков К.А., Косолапов И.А. Электронная микроскопия: Учебно-методический комплекс по тематическому направлению деятельности ННС «Наноинженерия». Москва, 2011.
3. Урбанович А.И. Электродинамика: Курс лекций. Белорусский государственный университет. Факультет прикладной математики и информатики. Кафедра математической физики, Минск. 2008г. 99 с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ФИЗИКЕ НА АГРОИНЖЕНЕРНОМ ФАКУЛЬТЕТЕ ВОРОНЕЖСКОГО ГАУ

© В.С. Воищев¹, А.Н. Ларионов², А.В. Машина³

¹д-р физ.-мат. наук, профессор, e-mail: v.voishev@mail.ru, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

²д-р физ.-мат. наук, профессор, e-mail: larionovan@yandex.ru, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

³науч. сотруд., e-mail: vntashin@mail.ru, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия», г. Воронеж, Россия

Подготовка бакалавров, в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки «Агроинженерия» квалификация: бакалавр, требует новых инновационных подходов, активизирующих познавательную деятельность студентов. Целесообразность применения того или другого метода в учебном процессе определяется уровнем подготовленности студенческой аудитории, бюджетом времени, и другими факторами.

Ключевые слова: инновация, реформирование, колебания, амплитуда, частота.

Для реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» стране нужны высококвалифицированные инженерные кадры. Одной из основных задач национального проекта РФ «Образование» является «Модернизация профессионального образования, в том числе посредством внедрения адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ». Под лозунгами «реформирование» и «модернизации» системы образования чиновниками Минобрнауки РФ проводится работа на практическое уничтожение агроинженерных направлений, что наглядно видно из систематического сокращения учебной нагрузки по физике (одной из основных фундаментальных дисциплин), в том числе и лекционной. До начала «реформирования» курс лекций по физике на агроинженерном факультете Воронежского СХИ (ГАУ) составлял около 100 часов, (в процессе «реформирования» и дальнейшей «модернизации») в 2016-2017 учебном году составил 84 часа (по 42 часа в каждом семестре), в 2018-2019 учебном году – 66 часов (28 и 38 часов в первом и втором семестрах соответственно). По новому учебному плану на 2019-2020 учебный годовой объем лекционной нагрузки составляет всего 46 часов, физику предложено изучать в трех семестрах (14, 18 и 14 лекционных часов в первом, втором и третьем семестрах соответственно). При сокращении лекционной нагрузки в более чем в два раза количество часов на самостоятельную работу увеличилось в почти в 3,5 раза.

Результатом «реформирования» среднего образования является факт того, что выпускники школ почти не имеют навыков самостоятельной работы, как с учебниками, так и с лабораторным оборудованием. Они не готовы использовать учебные умения и навыки, полученные в средней школе для решения теоретических и практических задач. Анализ результатов ЕГЭ по физике студентов первого курса агроинженерного факультета показал, что большая часть студентов не имеют достаточного уровня остаточных знаний по физике, необходимого для восприятия вузовского материала. Из сказанного выше, следует, что упорно внедряемый подход в систему подготовки инженерных кадров для сельского хозяйства явно не соответствует целям и задачам Майских указов Президента РФ.

На диаграмме представлены результаты внутреннего тестирования 169 студентов первого курса агроинженерного факультета АИФ-1 в сентябре 2012 года, то есть сразу же после их зачисления в Воронежский государственный аграрный университет ВГАУ, а также для сравнения результаты баллов ЕГЭ по физике. Из диаграммы, показанной на рисунке 1 видно, что подавляющее число студентов (86,8 %) имеют баллы внутреннего тестирования, лежащие в пределах 36÷55, что соответствует оценке 3 (удовлетворительно); только 13,2 % студентов набрали баллы, соответствующие оценке 4 (хорошо).

Совместный анализ баллов ЕГЭ и внутреннего тестирования показал, что их характеры, в значительной мере, совпадают. Так, количество баллов ЕГЭ, соответствующее оценке 3 имеют 78 % студентов, и лишь 22 % студентов имеют баллы ЕГЭ соответствующие оценке 4.

Количество студентов, %

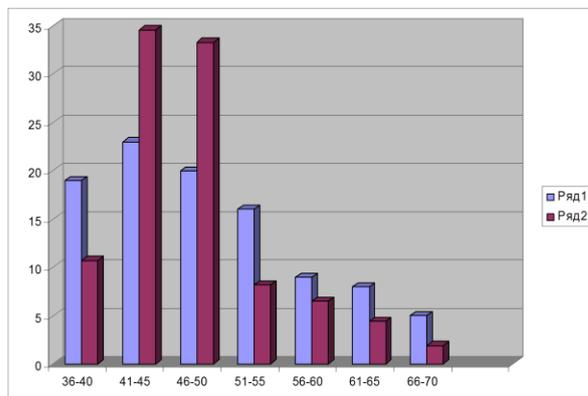


Рисунок 1 – Результаты внутреннего тестирования студентов агроинженерного факультета ВГАУ в сентябре 2018 г и результаты ЕГЭ по физике в 2018

Количество студентов получивших баллы в интервале 36-55 можно условно разделить на две подгруппы: в одной подгруппе 42 % студентов имеют баллы в пределах 36÷45, а в другой подгруппе 36 % имеют баллы в интервале 46÷55. Это говорит о том, что 42 % студентов первой подгруппы имеют уровень знаний ближе к неудовлетворительной оценке.

Анализ результатов ЕГЭ последних нескольких лет показал, что они аналогичны. При этом количество студентов, которых можно отнести к первой подгруппе

имеет тенденцию к возрастанию. Имеющийся контингент студентов требует особого к себе отношения, чтобы вывести их на уровень достаточный для дальнейшего освоения инженерных и специальных дисциплин. Катастрофическое сокращение лекционных часов, при резком возрастании часов на самостоятельную работу, диктует необходимость коренного изменения подходов для изучения физики при подготовке бакалавров по направлению подготовки «Агроинженерия».

Одним из отличий инновационного подхода при обучении физике от традиционного на агроинженерном факультете состоит в использовании компьютерных технологий, аудиовизуальных средств, что позволяет усилить индивидуализацию образовательного процесса. Наряду с использованием интерактивного виртуального практикума по физике «Открытая Физика 1.1» и «Открытая Физика 2.6», преподаватели кафедры физики используют в режиме online, имеющиеся в интернете демонстрации различных физических явлений как на лекциях (используя интерактивную доску), так и во время проведения семинарских занятий, проводимых в физической лаборатории (используя современный ПК, с повышенным размером экрана монитора).

При столь значительном уменьшении количества лекционных часов по физике необходимо пересмотреть согласования и корректировки отдельных разделов рабочей программы курса физики с инженерными кафедрами агроинженерного факультета. Например, раздела «Колебания и волны» рабочей программы по физике с рабочей программой кафедры прикладной механики, с целью переноса центра тяжести изучения механических колебаний на физический практикум, являющийся одним из основных инструментов формирования у студентов, обучающихся по техническим направлениям подготовки, необходимых профессиональных компетенций.

Механические колебания совершаются в самых разнообразных технических устройствах, например, в работающих двигателях тракторов, автомобилей и других сельскохозяйственных машинах, при движении транспортных средств по неравномерному рельефу дорожного полотна и т. п. Поэтому, при разработке и эксплуатации различных технических устройств, необходимо хорошо знать и понимать взаимосвязь между основными характеристиками различных типов механических колебаний, возникающих в различных колебательных системах.

Для изучения затухающих и вынужденных колебаний на кафедре математики и физики, была разработана экспериментальная установка, позволяющая определять основные физические характеристики затухающих механических колебаний [1]. Предложенная методика проведения лабораторной работы по изучению затухающих механических колебаний позволяет достаточно просто определить основные физические характеристики затухающих колебаний, однако, она не позволяет наглядно продемонстрировать характер зависимостей графиков затухающих колебаний от величин: коэффициента затухания β , начальной фазы φ_0 , и условной циклической частоты ω . Поэтому для более глубокого понимания студентами различных видов затухающих колебаний был предложен метод их интерактивного изучения.

Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний имеет вид [1]

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \cdot \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 \cdot x = 0 \quad (1)$$

Решение дифференциального уравнения (1) имеет вид

$$x = A_0 \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0). \quad (2)$$

Амплитуда затухающих колебаний уменьшается по экспоненциальному закону

$$A_0 \cdot e^{-\beta \cdot t} \quad (3)$$

Для визуального наблюдения графиков затухающих колебаний на мониторе ПК при различных физических параметрах, формула (2) была воплощена на рабочем листе Microsoft Excel [2,3,4]. В качестве примера, на рисунке 2 показаны графики $x=f(t)$ при различных значения ω , β и φ_0 .

Сравнение графиков, представленных на рисунке 2.а и рисунке 2.б показывает, что с уменьшением значения условной циклической частоты заметно увеличивается условный период затухающих колебаний ($T = 2\pi/\omega$). При сравнении графиков, представленных рисунке 2.а и рисунке 2.в виден характер колебаний при изменении начальной фазы колебаний. Сравнивая графики, представленные на рисунке 2.а и рисунке 2.г, приходим к выводу, что с увеличением значения коэффициента затухания заметно увеличивается скорость уменьшения амплитуды затухающих колебаний, которая характеризуется величиной логарифмического декремента затухания

$$\delta = \ln \frac{A_t}{A_{(t+T)}}$$

При увеличении коэффициента затухания β можно наблюдать как периодический процесс переходит в процесс аperiodический. Действительно, при $\beta \rightarrow \omega_0$ условный период затухающих колебаний $T \rightarrow \infty$, следовательно колебания прекращаются и периодический процесс становится аperiodическим. Например, колебательный процесс автомобилей на неровной дороге превращается в аperiodический, благодаря наличию амортизаторов.

Если положить величину коэффициента затухания стремящимся нулю $\beta \rightarrow 0$, то на экране монитора можно наблюдать как затухающие колебания превращаются в гармонические.

Выполняя лабораторную работу, студенты получают от преподавателя набор значений параметров, характеризующих затухающие колебания. Полученные графики студенты распечатывают и затем проводят вычисления всех основных характеристик

затухающих колебаний: коэффициент затухания β , логарифмический декремент затухания δ и время релаксации τ .

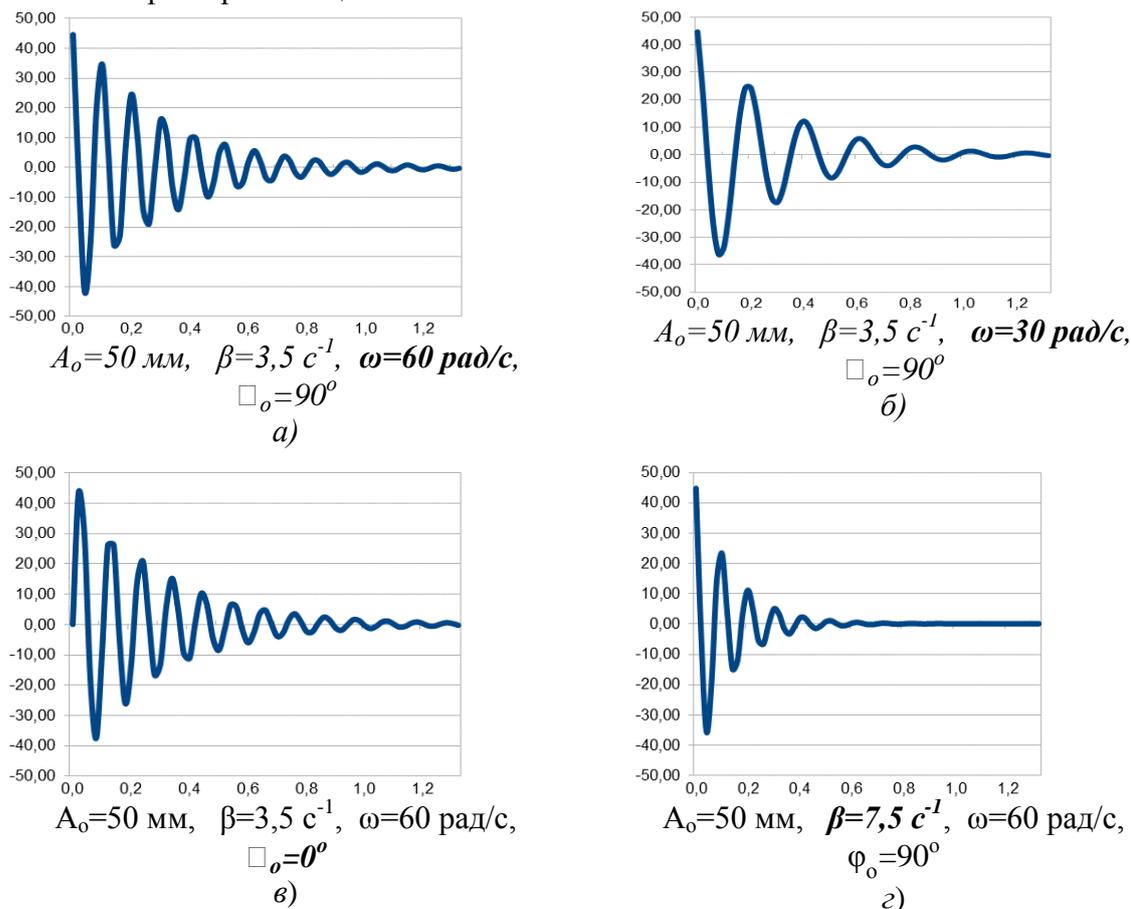


Рисунок 2 – Зависимости координаты от времени $x=f(t)$ для затухающих колебаний при различных параметрах колебательной системы

Вынужденные колебания студенты изучают на стандартной установке, возможности которой ограничены.

Поэтому для более глубокого понимания студентами процессов, происходящих при вынужденных колебаниях, был разработан метод интерактивного изучения вынужденных колебаний на примере пружинного маятника.

Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний пружинного маятника имеет вид [1, 2]

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \cdot \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 \cdot x = \frac{F_0}{m} \cdot \cos(\omega_B \cdot t) \quad (4)$$

Уравнение амплитуды вынужденных колебаний имеет вид

$$A = \frac{F_0}{m \cdot \sqrt{(\omega_0^2 - \omega_B^2)^2 + 4 \cdot \beta^2 \cdot \omega_B^2}} \quad (5)$$

Для визуального наблюдения графиков зависимости амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы $A = f(\omega_B)$, на экране монитора ПК при различных физических параметрах (амплитуды вынуждающей силы F_0 массы маятника m , жесткости пружины k ($k=k_0^2 \cdot \omega$), и коэффициента затухания β ($\beta=r/2m$) формула (5)

была воплощена на рабочем листе Microsoft Excel. В качестве примера, на рисунке 4 показаны зависимости амплитуды вынужденных колебаний от циклической частоты вынуждающей силы $A=f(\omega_e)$ при различных значениях F_0, m, k, r .

На рисунке 3.а показаны зависимости $A=f(\omega_e)$ (резонансные кривые) при фиксированных значениях $m=1$ кг, $k=2000$ Н/м, $r=10$ и, уменьшающейся амплитуды вынуждающей силы F_0 от 50 Н до 30 Н. Видно, что амплитуда вынужденных колебаний пропорционально уменьшается, при этом, величина резонансной циклической частоты остается неизменной $\omega_p=44,16$ рад/с.

На рисунке 3.б показаны резонансные кривые при фиксированных значениях $m=1$ кг, $k=2000$ Н/м, $F_0=50$ Н и возрастающей величине коэффициента трения. Видно, что максимальное значение амплитуды вынужденных колебаний уменьшается, при этом величина резонансной циклической частоты уменьшается $\omega_{p1}=44,16$ рад/с, $\omega_{p2}=42,43$ рад/с, $\omega_{p3}=39,33$ рад/с.

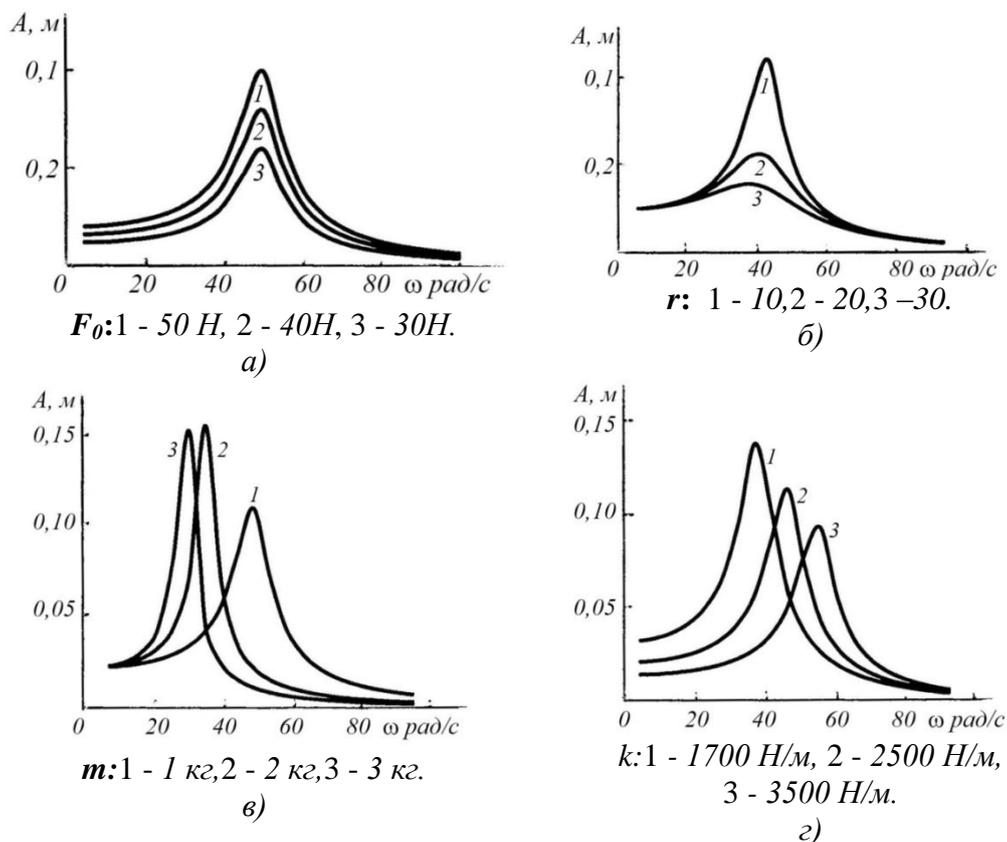


Рисунок 3 – Резонансные кривые при различных параметрах колебательной системы и вынуждающей силы

На рисунке 3.в показаны резонансные кривые при фиксированных значениях $k=2000$ Н/м, $F_0=50$ Н, $r=10$ и, возрастающей массе маятника. Видно, что, в этом случае, максимальное значение амплитуды вынужденных колебаний существенно смещается в сторону меньших значений, при этом величина резонансной циклической частоты уменьшается: $\omega_{p1}=44,16$ рад/с, $\omega_{p2}=31,42$ рад/с, $\omega_{p3}=25,71$ рад/с.

На рисунке 3.г показаны резонансные кривые при фиксированных значениях $m=1$ кг, $F_0=50$ Н, $r=10$ и, возрастающей величины жесткости пружины маятника от 1700 Н/м до 3500 Н/м. Видно, что в этом случае максимальное значение амплитуды вынужденных колебаний уменьшается и существенно смещается в сторону больших

значений, при этом, величина резонансной циклической частоты возрастает $\omega_{p1}=40,62\text{рад/с}$, $\omega_{p2}=49,50\text{рад/с}$, $\omega_{p3}=58,74\text{рад/с}$.

Таким образом, экспериментально можно проследить, что резонансные свойства системы характеризуются теми же параметрами, что и свободные затухающие колебания. Важно подчеркнуть, что предложенная методика экспериментального изучения совместно с компьютерным моделированием, может быть использована при изучении электромагнитных колебаний [3,4,5].

На наш взгляд, предложенный комплексный подход при выполнении лабораторных работ по изучения колебательных движений, способствует усилению творческой составляющей студентов в учебном процессе и имеет элементы студенческой учебно-исследовательской работы.

Список использованных источников

1. Воищев, В.С. Физика. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям [Текст] / В.С. Воищев, Ю.И. Кураков А.Н. Ларионов[и др.] // ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Воронеж – 2014. – 333 С.

2. Ларионов, А.Н. Курс физики для студентов очного и заочного отделений агроинженерного факультета, обучающихся по специальности 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" профиль "Автомобили и автомобильное хозяйство" очного и заочного отделений [Текст] / А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, О.В. Воищева, А.И. Ефремов // ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Воронеж – 2017. – 260 С.

3. Воищев В.С. Комплексное экспериментально-интерактивное изучение механических колебаний. /В.С.Воищев, А.Н. Ларионов, А.Н. Беляев, О.В. Воищева// Сборник науч. трудов XV Междунар. конф. «Физика в системе современного образования» (ФССО-2019) - Санкт-Петербург, 3 – 6 июня 2019. Том 1. С.157 – 161.

4. Ларионов, А.Н. Физические основы электроники [Текст] / А.Н. Ларионов, Ю.И. Кураков, В.С. Воищев [и др.] // ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Воронеж – 2014. – 184 С.

5. Ларионов, А.Н. Физические основы электроники и электротехники [Текст] / А.Н. Ларионов, Ю.И. Кураков, В.С. Воищев [и др.] // ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Воронеж – 2015. – 433 С.

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

© А.Н. Ларионов¹, Н.Н. Ларионова², Р.В. Беляев³

¹д-р физ.-мат. наук, профессор, e-mail: larionovan@yandex.ru, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

²канд. физ.-мат. наук, доцент, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

³канд. пед. наук, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия», г. Воронеж, Россия

Приведены результаты исследования влияния давления и температуры на коэффициент поглощения ультразвука и диссипативные коэффициенты в нематических жидких кристаллах в ориентирующем магнитном поле индукцией 0,15 Тл и 0,29 Тл импульсным методом фиксированного расстояния в диапазоне частот ультразвука 500 кГц÷8,3 МГц. Рассчитаны коэффициенты сдвиговой и объёмной вязкости. Установлено, что на низких частотах ультразвука основной вклад в анизотропию коэффициента поглощения обусловлен объёмной вязкостью.

Ключевые слова: жидкий кристалл, коэффициент вязкости, поглощение ультразвука, частота, давление.

Импульсным методом фиксированного расстояния [1] определены значения анизотропии коэффициента поглощения ультразвука ($\Delta\alpha = \alpha^{\parallel} - \alpha^{\perp}$, α^{\parallel} и α^{\perp} – коэффициент поглощения ультразвука в нематической фазе соответственно при параллельной и перпендикулярной ориентации вектора индукции магнитного поля и волнового вектора) в нематических жидких кристаллах (НЖК) при частоте ультразвука 500 кГц÷8,3 МГц в диапазоне давлений 10^5 Па÷ $6 \cdot 10^7$ Па во всём температурном диапазоне нематической фазы. Относительная погрешность определения анизотропии коэффициента поглощения ультразвука составляет 2 %.

Присущее смесям НЖК расширение температурного интервала нематической фазы по сравнению с их компонентами позволяет изучать свойства нематической фазы в области состояний, не подверженных влиянию предпереходных явлений, что даёт возможность оценить влияние гетерофазных флуктуаций на кинетические свойства мезофазы. Поэтому исследованы вязкоупругие свойства эвтектической смеси (Н-8) н-п-метоксибензилиден-н-бутиланилина и н-п-этоксибен-зилиден-н-бутиланилина на частоте 500 кГц, 2,8 МГц, 4,43 МГц, 8,28 МГц и смеси четырёх компонентов Н-96 [2] на частоте 3,0 МГц.

При частоте ультразвука 8,28 МГц повышение температуры исследованных смесей сопровождается уменьшением анизотропии коэффициента поглощения ультразвука (рис.1). Температурный коэффициент анизотропии коэффициента поглощения ультразвука $\partial(\Delta\alpha/f^2)/\partial T$ изменяется от значения $-0,2 \cdot 10^{-14} \text{ м}^{-1} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{К}^{-1}$ при $\Delta T_c = T_c - T = 25 \text{ К}$ (T_c – температура фазового перехода НЖК – изотропная жидкость, T – температура эксперимента) до величины $-1,65 \cdot 10^{-14} \text{ м}^{-1} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{К}^{-1}$ при $\Delta T_c = 5 \text{ К}$ в Н-8. В низкотемпературном интервале нематической фазы коэффициент $\partial(\Delta\alpha/f^2)/\partial T$ имеет отрицательное значение в исследованных соединениях в диапазоне частот 500 кГц÷4,43 МГц. При температуре T_{min} , связанной с температурой T_c фазового перехода соотношением $T_c - T_{min} = 20 \text{ К}$ в Н-96 и $T_c - T_{min} = 18 \text{ К}$ в Н-8 коэффициент $\partial(\Delta\alpha/f^2)/\partial T$ меняет знак. В области температуры T_c анизотропия коэффициента поглощения ультразвука достигает максимального значения и затем резко уменьшается до нуля при $T \rightarrow T_c$ (рис.1). Симбатный характер зависимости изобар $\Delta\alpha(T)/f^2$, полученных на частотах 2,8÷4,43 МГц позволяет связать влияние давления на величину $\Delta\alpha(T)/f^2$ с зависимостью от давления температуры фазового перехода НЖК – изотропная жидкость. В исследованном диапазоне давлений экспериментальные изобары $\Delta\alpha(T)/f^2$, построенные в системе координат $\Delta\alpha/f^2 \sim f(\Delta T_c)$ при различных давлениях в пределах погрешности эксперимента совпадают с аналогичной зависимостью при атмосферном давлении (рис.2).

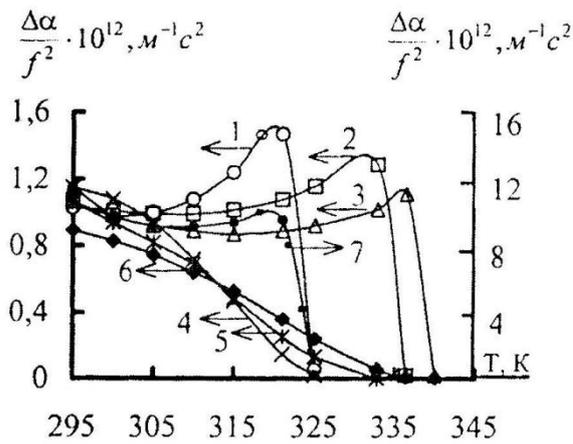


Рисунок 1 – Зависимость $\Delta\alpha(T)/f^2$ в Н-8 при давлении: 1, 4, 7 – 0,1 МПа, 2, 5 – 20 МПа, 3, 6 – 40 МПа на частоте 1, 2, 3 – 4,43 МГц, 4, 5, 6 – 8,38 МГц, 7 – 500 кГц.

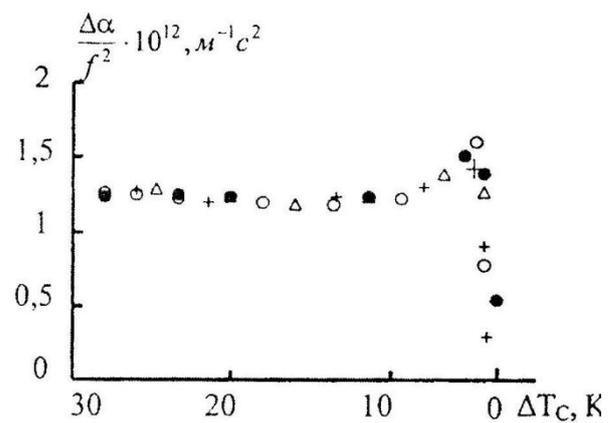


Рисунок 2 – Зависимость $\Delta\alpha/f^2$ от ΔT_c в Н-8 при давлениях: \circ – 0,1 МПа, $+$ – 20 МПа, Δ – 40 МПа, \bullet – 60 МПа при частоте $f = 4,43$ МГц в магнитном поле индукцией 0,15 Тл.

Частотная зависимость $\Delta\alpha/f^2$ свидетельствует о наличии релаксационных процессов, а возрастание величины $\Delta\alpha/f^2$ в области температуры нематико - изотропного фазового перехода в диапазоне часто 500 кГц÷4,43 МГц указывает на то, что характеристические времена релаксационных процессов существенно зависят от температуры. В предположении существования двух релаксационных процессов – нормального, связанного с конформационными переходами концевых цепей и критического, обусловленного природой фазового перехода, получено выражение анизотропии коэффициента поглощения ультразвука [3]

$$\frac{\Delta\alpha}{f^2} = \left(\frac{\Delta\alpha}{f^2}\right)_n + \left(\frac{\Delta\alpha}{f^2}\right)_c + \left(\frac{\Delta\alpha}{f^2}\right)_0, \quad (1)$$

где $(\Delta\alpha/f^2)_n$ - нормальная, $(\Delta\alpha/f^2)_c$ - критическая, $(\Delta\alpha/f^2)_0$ - классическая составляющая анизотропии коэффициента поглощения ультразвука. Величина классической составляющей, полученной из высокочастотных измерений [4], не превышает 3 % общего значения анизотропии коэффициента поглощения при $f=3,0$ МГц. Температурная зависимость времени релаксации нормальной составляющей описывается законом Аррениуса. В области фазового перехода НЖК – изотропная жидкость флуктуации параметра порядка могут вносить вклад в во второе слагаемое правой части уравнения (1) вследствие увеличения времени релаксации

$$\tau_c(T) = \tau_{0c} \cdot \left(\frac{\Delta T_c}{T}\right)^\gamma. \quad (2)$$

Здесь множитель τ_{0c} не зависит от температуры, показатель степени $\gamma=-1$ в Н-96.

В магнитных полях, индукция которых превышает значение насыщения, зависимость коэффициента поглощения ультразвука от угла θ между волновым вектором и вектором индукции ориентирующего магнитного поля описывается уравнением

$$\frac{\Delta a(\theta)}{f^2} = \left(\frac{\Delta a}{f^2}\right)_{SV} \cdot \cos^2 \theta + \left(\frac{\Delta a}{f^2}\right)_S \cdot \cos^4 \theta. \quad (3)$$

Здесь

$$\left(\frac{\Delta a}{f^2}\right)_{CV} = \left(\frac{4 \cdot \pi^2}{\rho \cdot c_0^3}\right) \cdot (v_5 - v_4 + 2v_3 - v_2), \quad (4)$$

$$\left(\frac{\Delta a}{f^2}\right)_S = \left(\frac{4 \cdot \pi^2}{\rho \cdot c_0^3}\right) \cdot (v_1 + v_2 - 2v_3), \quad (5)$$

v_1 и v_2 - коэффициенты сдвиговой вязкости, v_4 и v_5 - коэффициенты объёмной вязкости, v_3 - комбинация коэффициентов сдвиговой и объёмной вязкости, c_0 - скорость ультразвука в низкочастотном пределе, ρ - плотность НЖК. Параметр $(\Delta a/f^2)_{CV}$ положителен во всём температурном интервале нематической фазы, $(\Delta a/f^2)_S$ изменяет знак при температуре $T_\lambda=316$ К в Н-8 при атмосферном давлении и частоте ультразвука 4,43 МГц. Повышение давления сопровождается увеличением температуры T_λ . Коэффициенты сдвиговой вязкости v_1 и v_2 экспоненциально уменьшаются при повышении температуры

$$V_i(T) = C_i \cdot \exp\left(\frac{E_i}{R \cdot T}\right), \quad (6)$$

где $i=1, 2$; C_i - постоянный множитель, E_i - энергия активации, равная $E_1=23,5$ кДж/моль, $E_2=23,0$ кДж/моль в Н-96 и $E_1=24,3$ кДж/моль, $E_2=21,1$ кДж/моль в Н-8. В исследованном диапазоне частот ультразвука коэффициенты сдвиговой вязкости не зависят от частоты (табл.1).

Таблица 1– Н-8, коэффициенты сдвиговой вязкости при атмосферном давлении

v_i , Па·с	Т, К					
	f , МГц	298,5	305,0	310,5	315,4	322,5
v_1 , Па·с	2,8	2,98	2,44	2,06	1,78	1,44
v_1 , Па·с	8,28	2,98	2,40	2,16	1,90	1,41
v_2 , Па·с	2,8	2,53	2,11	1,82	1,61	1,35
v_2 , Па·с	8,28	2,53	2,09	1,90	1,79	1,34

Температурная зависимость коэффициентов объёмной вязкости описывается законом

$$v_i(T) = C_i \cdot \left(\frac{\Delta T_c}{T}\right)^\gamma, \quad (7)$$

где $i=4, 5$; C_i - постоянный множитель, $\gamma_4=\gamma_5=-0,72$ в Н-8, $\gamma_4=\gamma_5=-1,02$ в Н-96. Объёмная вязкость на порядок превышает сдвиговую вязкость в области низких температур нематической фазы, причём с повышением температуры это различие возрастает. Коэффициенты вязкости v_4 и v_5 обусловлены фазовым сдвигом между плотностью, температурой и давлением при периодических объёмных деформациях в ультразвуковой волне и связаны с молекулярными релаксационными процессами с конечными временами установления равновесия. Поскольку длительность этих процессов составляет $10^{-4} \div 10^{-10}$ с, то при частотах ультразвука $2,8 \div 8,38$ МГц

коэффициенты ν_4 и ν_5 зависят от частоты (табл.2). Повышение частоты ультразвука приводит к уменьшению коэффициентов объёмной вязкости.

Исследования фазовой характеристики анизотропии коэффициента поглощения ультразвука, полученной во вращающемся магнитном поле выявили экспоненциальный характер зависимости коэффициента вращательной вязкости от давления и температуры

Таблица 2 – Н-8, коэффициенты объёмной вязкости при атмосферном давлении

η , Па·с	Т, К	f , МГц				
		298,5	305,0	310,5	315,4	322,5
η_4 , Па·с	2,8	0,74	0,77	1,01	1,30	4,43
η_4 , Па·с	8,28	0,17	0,27	0,50	0,94	2,17
η_5 , Па·с	2,8	0,90	0,93	0,93	1,46	4,59
η_5 , Па·с	8,28	0,16	0,24	0,24	0,93	2,18

$$\gamma_1(P, T) = S \cdot C \cdot \exp\left(\frac{E + V_0 \cdot P}{R \cdot T_0}\right), \quad (8)$$

где $T_0 = T - k_C \cdot P$, E – энергия активации, равная 33,4 кДж/моль в Н-96 и 30,2 кДж/моль в Н-8. Зависимость коэффициента вращательной вязкости от термодинамических параметров состояния может быть интерпретирована в рамках теории свободного объёма. Параметр V_0 , характеризующий величину свободного объёма, имеет значение порядка 10^{-5} (м³/моль) и увеличивается при повышении температуры или при понижении давления.

Список использованных источников

1. Larionov, A.N. Acoustic Researches of Liquid Crystals and Prospects of Their Application in Electronic Devices of Automobile Transport [Текст] / A.N. Larionov, O.I. Polivaev, N.N. Larionova, A.N. Kuznetsov, L.K. Gorban // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. – 2018. – P. 042060–042081.
2. Геворкян, Э.В. Акустические исследования динамики ориентационных процессов в нематических жидких кристаллах в конических магнитных полях [Текст] / Э.В. Геворкян, А.Н. Ларионов, А.И. Ефремов, Н.Н. Ларионова // Жидкие кристаллы и их практическое применение – 2018. – №1(18). – С.6–11.
3. Jähnig, Dispersion and absorption of sound in nematics [текст] /Z. Phys. - 1973. - №3(258), p.199-217.
4. Беляев, В.В. Вязкость нематических жидких кристаллов [Текст] / В.В. Беляев // М.: Физматлит, 2002. – 224 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ БАКАЛАВРИАТА В РЕЖИМЕ ОН-ЛАЙН

© Г.С. Морокина

канд. техн. наук, доцент, доцент, e-mail: galinasm404@mail.ru, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

Современная ситуация вызвала новое возрождение образовательных технологий. Методики преподавания в техническом университете с применением он-лайн преподавания или в удаленном доступе позволили расширить возможности преподавания ряда дисциплин в техническом университете. Дан общий обзор и анализ применения схем для организации образовательного пространства в ВУЗе для технических специальностей.

Ключевые слова: образовательные стандарты, социальные сети, методическое обеспечение, качество обучения, технические возможности, мобильность.

Современный образовательный процесс в связи с временным переходом на дистанционное обучение показал основные преимущества и недостатки электронной системы обучения, а, также, несовершенство методики преподавания с применением дистанционных технологий. Так, с одной стороны, это требование времени – академическая мобильность студентов и преподавателей, что нельзя не принимать во внимание, а с другой стороны, жесткие требования норм времени и соответствия учебного процесса рабочим планам, расписанию, рабочим учебным программам и д.т., которые не всегда соседствуют с мобильностью. И хотя нормативные документы, как правило, содержат рекомендации по организации собственного индивидуального образовательного пространства преподавателем, но на деле существуют ограничения, которые трудно преодолеть. Поэтому возможным путем сближения этих двух проблем могло бы быть введение, например, в рабочих программах дисциплин отдельных часов для проведения занятий в дистанционном режиме или онлайн (так, называемый ДОТ – например, 20 % ак.часов выделяется на ДОТ). Это позволило бы повысить как внутригородскую мобильность, так и мобильность внутри страны, а, также, и международную мобильность. В настоящее время формируется мировое образовательное пространство, выражающееся, прежде всего, в гармонизации образовательных стандартов, подходов, учебных планов, специальностей в разных странах мира. Важной задачей является повышение качества высшего образования: соответствие высшего образования международным стандартам. Повышение мобильности образовательного процесса повысило бы обмен знаниями, создание творческих преподавательских и научных коллективов, способствовало бы созданию групп для осуществления международных научно-исследовательских проектов, обменом национальными и культурными ценностями. Поэтому важно отметить, что именно интернационализация определяет развитие современной системы преподавания. И, в то же время, система преподавания должна оставаться гибкой и мобильной. Нужно отметить, что есть очень привлекательные направления в образовании, которые способствовали бы успешному обмену студентами между государствами: гуманитарные и социальные науки, бизнес, право, строительство и многие технические науки. Технические науки стремительно выходят на ведущее место среди других направлений. Особенно эффективно применение электронных обучающих технологий для изучения сложных технических систем, дорогостоящих измерительных устройств, систем контроля или летательных технических объектов. В настоящее время применяются следующие технологии:

1) чтение лекций и проведение практических занятий на распределенную аудиторию (преподаватель читает в режиме on-line на несколько городов, студенты сидят в аудитории и на экране видят презентации и лектора);

2) при дистанционном обучении (все учебные материалы выставлены на сайте университета), студенты и преподаватели в удобное время или по расписанию заходят на сайт и обмениваются информацией. «Web based» модель – учебный материал размещен в сети Интернет, доступен постоянно;

3) смешанная форма обучения: студенты занимаются как обычно в аудитории и заходят на сайт университета в программу Moodle, где размещен лекционный материал, практический блок, вопросы и задания, возможен обмен информацией. LMS используется как основа для обмена информацией преподаватель-студент. «Blended Model» – смешанная модель обучения при которой применяются формы типичного/традиционного обучения, интегрированные в E-learning;

4) проведение лабораторных работ в удаленном доступе по техническим программным средствам, размещенным на сервере или работа в «облаке».

Рассмотрим опыт применения электронных образовательных технологий в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения. Сложившаяся после 16 марта 2020 ситуация в нашей стране, связанная с внезапным переходом всего университета полностью на дистанционное обучение в связи с принятыми правительством противокоронавирусными мерами, позволила применить имеющийся уже в наличии арсенал средств для проведения занятий в удаленном режиме. Наличие информационного портала на корпоративном сайте университета ГУАП (<http://new.guap.ru>) предоставляет возможность реализовать данные технологии для обмена информацией между студентами и преподавателями с учетом требований времени: четко, оперативно и эффективно. Кроме того, это дает возможность работать не только со студентами, находящимися в Санкт-Петербурге, но и в других городах, и других странах. В основном, практически все технические устройства и программные средства были готовы и использованы для этих целей, а, также, личные устройства как студентов, так и преподавателей. Использование электронных образовательных программ: proguar (личный кабинет студента и преподавателя), портал LMS (Moodle), ZOOM, Skype, WhatsUpp показало высокую готовность студентов как направления бакалавриата, так и магистратуры работать в этом пространстве, а также возможность применения этих электронных технологий при изучении сложных технических вопросов. Особенно актуально в тех случаях, когда нет возможности приобрести дорогостоящую технику или программное обеспечение для реализации в очных занятиях. Сочетание форм деловых игр, опроса, проверки выполненных работ и докладов при работе в аудиториях позволило бы применить полученные навыки общения онлайн.

Применение в ВУЗе единого информационного портала с реализацией выхода на внешние ресурсы дает возможность осуществить мобильное оповещение и управление образовательным пространством. Так, например, общение студентов в социальных сетях, например, ВКонтакте(VK.ru) позволяет организовать очень оперативно Консультацию для большой аудитории или мгновенное оповещение о предстоящем мероприятии. Конечно, и использование Whatsupp приемливо, но, с учетом того, что это личная сеть, то возникают проблемы этического характера, проблемы защиты персональных данных конкретного пользователя, так как во время пандемии многократно выросли хакерские атаки и работа систем сбора данных. Сама идея размещения информации для реализации смешанной модели преподавания, когда не теряется преимущества «живого» общения лектора и студентов, позволяет актуализировать технологию экспресс-коммуникаций через интернет в виде различных занятий в электронном формате. Выбор электронной обучающей системы, корректировка программного средства для технических направлений в сочетании с

аудиторными занятиями, все это позволяет использовать эффективно информационный материал. Практически реализуется, так называемая технология Flipped classroom («перевернутая комната»), которая дает дополнительные возможности: полученный материал предварительно изучается студентами самостоятельно и при встрече в аудитории с преподавателем обсуждаются сложные ключевые или заинтересовавшие студентов вопросы более широко. При правильном применении новых технологий это дает возможность повысить качество образования и вовлекать заинтересованную молодежь в учебный процесс с учетом уровня подготовленности и интересов (в виде форумов, докладов, деловых игр), что является не только возможностью, но и задачей современности. Здесь важным моментом является создание доброжелательной дружественной среды, имеющей индивидуальную направленность.

В порядке международного обмена опытом между ВУЗами на были проведены семинары, лекции, практические занятия и конференции в режиме он-лайн с представителями Республики Казахстан, Монголии и т.д.[1-5], были изданы учебные пособия, совместные статьи. В дополнение бакалавры и магистры ознакомились с традициями представленной страны и деятельностью студентов, культурными ценностями. Например, конференция «Образование, наука и приоритетные направления инноваций», являющаяся результатом обменом опытом между университетами по актуальным проблемам преподавания IT-технологий, подготовке кадров, конкурентно-способных на рынке труда, состоялась в Таразском инновационно-гуманитарном университете им. М.Х. Дулати (Республика Казахстан), где автором статьи был предоставлен доклад «О возможности применения компьютерных программ в учебном процессе в программе MOODLE» на этой конференции в режиме онлайн.

Таким образом, применение аудиторного обучения студентов бакалавров и магистратуры с сочетанием элементов дистанционного обучения дает дополнительные возможности проводить занятия, развивать практические навыки, проводить совместные научные исследования и международное сотрудничество.

Список использованных источников

1.Morokina G.S., Mungunkhulug Z., Radiation individual control method in engineering/Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2019, №9783319956299, С.2007-2013

2.Морокина Г.С., Оюунчимэг Э. Дозовый контроль облучения персонала в горном деле/Горный информационно-аналитический бюллетень,2017, №55-1. С.440-446.

3.Морокина Г.С., Умбетов У. Основы проектирования приборов и информационно-измерительных систем (учебное пособие). Тараз, РК: Формат-принт, 2015. 168 с.

4.Умбетов У. У., Морокина Г. С. Технология применения дистанционного обучения в техническом университете/Вестник ТИГУ, № 2, Т 20, 2015. С 19 – 22

5.Морокина Г. С., Мунгунхулуг З. З., Ромашкина Ю. Э. Применение информационного портала для обучения студентов бакалавриата и магистратуры/Санкт-Петербург: СПбГЭТУ, ЛЭТИ, Т 2, 2018. С 97 - 98

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛЮКАМИДОВ 2-(6Н-ИНДОЛО[2,3-В]ХИНОКСАЛИН-6-УКСУСНОЙ И 2-(9-ОКСОАКРИДИН-10(9Н)-ИЛ)УКСУСНОЙ КИСЛОТ НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КОРНЕЙ ALLIUMCERA

© К.А. Сугоровская¹, И.Б. Кометиани², Т.Н. Кудрявцева²

¹ e-mail: labos@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

² e-mail: karinasugorovskaya@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Исследование цитостатических свойств глюкамидов 2-(6Н-индоло[2,3-в]хиноксалин-6-уксусной (индолхиноксалинуксусной) и 2-(9-оксоакридин-10(9Н)-ил)уксусной (акридонуксусной) кислотс помощью Alliumтеста. Изучено влияние глюкамидоакридонуксусной и индолхиноксалинуксусной кислот на макро- и микропоказатели активности корневых меристем Alliumсера. Показано, что влияние исследуемых веществ на митоз клеток меристемы зависит от концентраций изучаемых соединений.

Ключевые слова: глюкамиды 2-(6Н-индоло[2,3-в]хиноксалин-6-уксусной и 2-(9-оксоакридин-10(9Н)-ил)уксусной кислот, митотический индекс, Alliumtest, Alliumсера.

Полученные производныеакридонуксусной и индолхиноксалинуксуснойкислот, обладая биологической активностью, могут проявлять как позитивное, так и негативное воздействие на клетки живых объектов. Для оценки влияния изучаемых веществ на жизнедеятельность клетки был выбран наиболее популярный, доступный и точный метод биотестированияAllium- тест (Alliumсера).

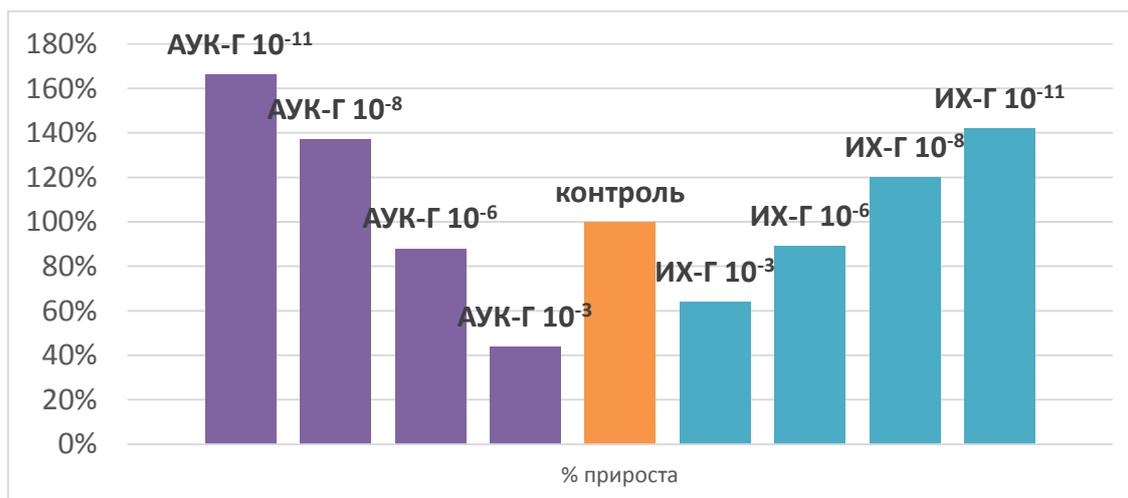


Рисунок 1– Изменения прироста корней в серии ИХ-Г и АУК-Г (%)

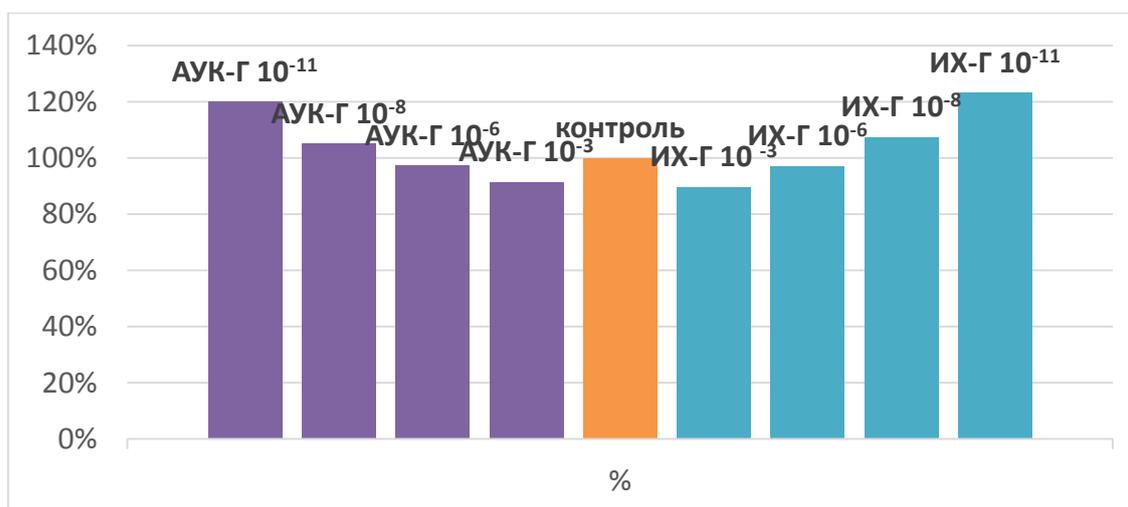


Рисунок 2 – Изменения МИ в серии опытов с ИХ-Г и АУК-Г (%)



Рисунок 3 – Фазы митоза: 1 – профазы, 2 – метафазы, 3 – анафазы, 4 – телофазы

Полученные результаты показали, что растворы исследуемых веществ в концентрациях 1×10^{-8} моль/л и 1×10^{-11} моль/л обладают пролиферативным действием на клетки апекса, что подтверждается повышением митотического индекса. И, следовательно, не оказывает при этом токсического эффекта. При концентрациях 1×10^{-3} моль/л и 1×10^{-6} моль/л растворы обоих веществ показали цитостатическое действие на клетки меристем лука, что подтверждено понижением значения митотического индекса.

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ ПРИ РАДИАЦИОННОМ КОНТРОЛЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

© Г.С. Морокина¹, К.В. Епифанцев²

¹канд. техн. наук, доцент, доцент, e-mail: galinasm404@mail.ru, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

²канд. техн. наук, доцент, e-mail: epifansev@jmail.com, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

Дан анализ современной производственной экологической обстановки с требованиями нового подхода к соблюдению экологических нормативов. Дан обзор применения

источников ионизирующего излучения в современных условиях с соблюдением санитарно-гигиенических нормативов. Рассмотрены критерии обоснования проведения экологического радиационного контроля при применении различных источников ионизирующего излучения.

Ключевые слова: *нормативная документация, критерии нормирования, гамма источники, рассеянное излучение, радиационная безопасность, персонал А.*

Для осуществления экологического контроля за соблюдением гигиенической обстановки за предприятиями, использующими или контролирующими источники ионизирующего излучения, необходимо наличие соответствующей нормативно-гигиенической документации. За такими предприятиями контроль осуществляет государство, оно же определяет систему гигиенических принципов использования источников ионизирующих излучений, эта система является гигиеническим управлением радиационной безопасностью населения.

Основным руководящим документом для различных отраслей промышленности являются Нормы радиационной безопасности (НРБ), которые были приняты на основе новых радиационных нормирующих параметров в 1996 году, и введены в действие в 1999 году. В настоящее время они постоянно дополняются без изменения основных критериев нормирования радиационных величин, хотя некоторые и положения и изначально нуждались в дополнительной корректировке. Дополнения к НРБ от 1999 года включают различные направления проведения контроля и принципы проведения нормирования. Декларированные в этих нормах принципы радиационной защиты: как-то – нормирования, обоснования и оптимизации имеют разную юридическую силу. Если принцип нормирования выражен в конкретных гигиенических нормативах, то принцип обоснования и оптимизации носят относительный характер и определяются позицией исполнителей, определяемой методическими особенностями выполнения каждой конкретной задачи. Само же гигиеническое нормирование является одним из важнейших инструментов обеспечения стабильности при выполнении работ, связанных с источниками ионизирующего излучения и оно должно быть построено так, чтобы обеспечение радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения возможно было исключить противоречие существующих норм. Здесь нужно отметить, что нормы радиационной безопасности неоднократно менялись (например, в тридцатых годах они составляли примерно 75 Рентген, затем постепенно снижались до величины 5 Рентген). Таким образом, эффективная доза облучения персонала составляла 50 мЗв за год или 250 мЗв в случае аварийного одноразового облучения. Здесь необходимо отметить, что при переходе к новым гигиеническим нормативам возникает необходимость перехода к новым стандартам на изготовление защиты от воздействия ионизирующего излучения на персонал и население. Таким образом, при снижении годовой дозы нормируемого облучения (а это основной критерий в настоящее время, который установлен жестко), то есть при ужесточении требований гигиенических радиационных нормативов необходимо провести дополнительное обследование на радиационные показатели не только все существующие объекты, которые могут являться источниками повышенной радиационной опасности, но и оценить соответствие ранее созданных защитных сооружений на всех действующих предприятиях и законсервированных объектах народного хозяйства. Со времен активного использования источников ионизирующего излучения в атомной промышленности и на других производственных объектах основные нормируемые дозовые пределы облучения персонала А (лиц, допущенных к работам с источниками ионизирующего излучения) подвергались изменению в сторону ужесточения нормируемого параметра многократно. В общей сложности, они уменьшились в семь с половиной раз (7,5). Конечно, каждый раз требовались колоссальные ресурсы на проведение модернизации предприятия на осуществление

соответствия производственных площадей и оборудования в соответствии с новыми санитарно-гигиеническими нормативами, материальных затрат на их достижение.

Действующая система локального (объектного) нормирования, представленная как «Контрольные уровни ионизирующих излучений» (КУ) малоэффективна в качестве механизма снижения доз облучения персонала. Порядок установления контрольных уровней не способствует серьезным инвестициям в обеспечение радиационной безопасности. Несмотря на все издержки, все-таки принцип нормирования выражен в конкретных гигиенических нормативах. В то же время принципы обоснования и оптимизации носят философский характер и во многом предполагают усмотренческую позицию исполнителей. Особенности трудности связаны с реализацией принципа оптимизации, который требует учета и оценки экономических и социальных факторов РБН. Предполагается в реальных условиях использование источников ионизирующего излучения исходит из беспороговой концепции действия радиации на человека.

Таким образом, результаты изучения воздействия радиации от источников ионизирующего излучения на все категории населения условно разделяются на три уровня объектного исследования [1-2]:

I. все население, которое попало под воздействие атомных аварий или проживающее в зоне атомных станций;

II. население, которое подвергается радиационному воздействию при рентгенологических исследованиях или рентгенотерапевтических лечениях;

III. профессиональные работники, которые контактируют с ионизирующим излучением, имеющим ограниченное облучение.

Такое разделение оправдано с медицинской точки зрения и при планировании облучения с соблюдением основных принципов нормирования.

Поэтому при проведении экологических исследований на предприятиях, использующих гамма-дефектоскопы необходимо и достаточно ограничиться контролем уровня гамма-излучения: проводятся замеры по основной энергетической составляющей используемого источника и энергетической линии рассеянного излучения, определяемой эффектом Холла. На радиохимических предприятиях наряду с указанными выше параметрами необходимо проводить измерения концентрации радиоактивных газов в воздухе и уровень загрязнения рабочих помещений поверхностными радионуклидными веществами и опасными продуктами их распада с целью не допустить переоблучение сотрудников.

Таким образом, основные меры, применяемые для ограничения облучения населения и персонала А, можно сформулировать следующим образом:

1) снижение времени при проведении работ вне стационарных защитных сооружений;

2) максимальное увеличение расстояния от источников радиационного излучения до рабочего места персонала А при работе вне защитных сооружений и проведении работ в полевых условиях;

3) использование временных различных подручных приспособлений для стационарной защиты, сделанных из бетона, металла и т.д. (стен, укреплений, металлических конструкций);

4) и главное, соблюдение режима минимизации активности и мощности источника излучения при контроле вне защитных сооружений и в полевых условиях.

Таким образом, выше были рассмотрены основные радиационные меры по технике безопасности, позволяющие существенно снизить радиационное воздействие излучения на работающий персонал и население. Рассмотрим, например, источник «жесткого» излучения и его основные радиационные характеристики, влияющие на материал. На некоторых предприятиях, карьерах и т.д. для контроля радиационных параметров изделий, материалов (например, гравия) применяются переносные установки, содержащие в качестве источника излучения изотоп Co^{60} . Защитные меры

при работе с такими установками подпадают под радиационно-гигиенические требования, распространяющиеся на приборы, эксплуатирующиеся в полевых условиях. Ограничение по мощности дозы выводится исходя из предельной годовой дозы и времени работы на этих установках соответственно утвержденной годовой нормой. Например [3-4], очевидно, что если характеристические спектры для изотопа Co^{60} имеют две компоненты $E=1.17$ МэВ и $E=1.33$ МэВ, то в данном случае превалирует эффект образования пар. Для источников с энергией свыше 1,022 МэВ характерны три типа взаимодействия: фотоэффект (присутствует при энергии $E < 100$ кэВ), Комптоновское рассеяние и эффект образования пары (появляется при энергии $E > 1,022$ МэВ). В данном случае нецелесообразно применение переносных защитных средств, так как в случае небольшого свинцового эквивалента этих изделий, возможно увеличение эффективной дозы за счет вклада рассеянного излучения, которое может увеличивать общую дозу в три раза (эффект Холла, который был открыт в 1993 году).

Тем не менее, большинство рентгеновской техники, используемой как в медицине, так и в обычной практике, имеет энергию $E < 200$ кэВ. Таким образом, при таких энергиях необходимо применять переносные защитные средства.

Выводы. Источники ионизирующего излучения, применяемые, например, в атомной промышленности, как правило, имеют высокую энергию, интенсивность и локализацию в пространстве, поэтому их широкое применение требует иного подхода при аттестации рабочего места оператора и обеспечения безопасности всего населения. При обосновании необходимости применения этих источников в других сферах (толщина исследуемых объектов значительно меньше) требуется обоснование и проведение дополнительного радиационно-гигиенического обследования. Широкое применение средств радиационного контроля в различных непромышленных сферах, например, на объектах контроля и проходных предприятий, а, также, применение диагностики и неразрушающего контроля требует дополнительного изучения физических параметров как самого источника ионизирующего излучения, так и его рассеянного излучения для оценки экологического воздействия на население.

Список использованных источников

1. Морокина Г.С., Умбетов У., Потапов А.И. Радиационная безопасность в промышленности (учебное пособие) Основы проектирования приборов и информационно-измерительных систем (учебное пособие). Республика Казахстан: Изво «Формат-Принт» ТИГУ РК, 2017, 232 с.
2. Морокина Г.С., Потапов А.И. Методы и приборы рентгеновского контроля(учебно-методический комплекс), СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2014.- 134 с.
3. Morokina G.S. The Radiation Control with the Different Energy Resources in the Engineering Industry International Conference on Industrial Engineering, ICIE Procedia Engineering, 2016, V.150, P.827-831
4. Morokina G.S., Mungunkhulug Z., Radiation individual control method in engineering/Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2019, №9783319956299, C.2007-2013

ВЫДЕЛЕНИЕ БЕЛКА ИЗ ПУХОПЕРОВОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ КИСЛОТНОГО ГИДРОЛИЗА В ПРИСУТСТВИИ ПАВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

© Я.С. Дорохова¹, Е.Н.Розанова², И.Б. Кометиани³, Е.С. Соболева⁴

¹*e-mail: yana.dorohova96@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия*

²*канд. хим. наук, доцент кафедры химии, e-mail: rozanova.lena2012@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия*

³*канд. биол. наук, доцент кафедры химии, e-mail: ilona.kometiani@gmail.com, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия*

⁴*сотрудник кафедры химии, e-mail: ya.sobolevalena@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия*

Рассмотрено получение белкового гидролизата из пухоперового сырья методом кислотного гидролиза в присутствии ПАВ с применением сонохимической активации.

Ключевые слова: *белковый гидролизат, кератин, пухоперовое сырье, кислотный гидролиз, ПАВ, Афилан, Глидол*

Кератин – фибриллярный белок, содержащийся в тканях эпидермального происхождения. Он обладает уникальными свойствами и может применяться в различных отраслях. Использование отходов пухоперового сырья (ППС) в качестве источника белка позволяет снизить нагрузку на экологию и является экономически выгодным [1]. В связи с особенностями структуры, кератин в нормальных условиях устойчив к действию большинства растворителей. Поэтому задача извлечения белка из пухоперового сырья является затруднительной и относится к актуальным научным направлениям [2].

Особенностью извлечения белка из пухоперового сырья является необходимость модификации кератина ППС с разрушением межмолекулярных связей. Для этих целей использовали схемы, в основу которых лег патент Чернина В.Н., Удровского Г.А. и т.д. «Способ кислотного гидролиза белоксодержащего сырья» [4]. Преимущество кислотного гидролиза состоит в его простоте и дешевизне, однако он предъявляет крайне высокие требования к соблюдению технологии и главное – качеству и точности дозировок реагентов [5].

Одно из важных свойств белковых веществ является их взаимодействие с поверхностно-активными веществами. Вследствие дифильности белковых молекул и молекулы ПАВ, они могут взаимодействовать между собой по аналогии взаимодействия в системах макромолекулы и ПАВ. Поэтому предварительно сырье обрабатывают поверхностно-активным веществом для улучшения смачиваемости и, тем самым, уменьшения времени гидролиза [3, 6].

Эксперименты проводились на базе кафедры химии Курского государственного университета. Представляло интерес выявить влияние некоторых ПАВ на степень извлечения белка из пухоперового сырья при кислотном гидролизе. Процесс проводился при относительно невысоких температурах по сравнению с предлагаемыми интервалами температур [4], с использованием сонохимической активации. Учитывая опыт ранее выполненных на кафедре химии КГУ исследований, были выбраны такие ПАВ, как Афилан и Глидол. Сонохимическая активация осуществлялась на разных этапах эксперимента с применением двух типов оборудования, генерирующих ультразвуковые волны. Концентрация ПАВ варьировалась в рекомендованных пределах [4].

Результаты исследований позволяют утверждать, что выбранные условия эксперимента по проведению кислотного гидролиза пухоперового сырья дают

возможность извлечь до 34 % белка и получить белоксодержащий коллоидный раствор (рис. 1).

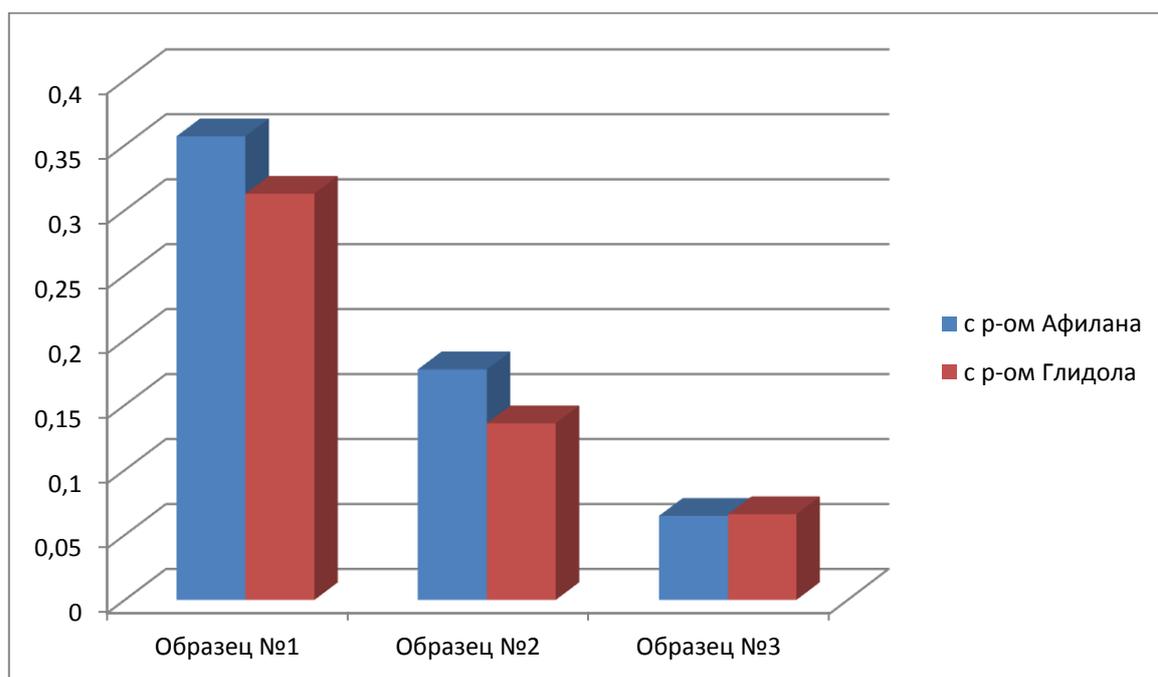


Рисунок 1 – Доля извлеченного белка из пухоперового сыря

Анализ диаграммы показывает, что доля извлеченного белка в значительной мере зависит от концентрации растворов поверхностно-активных веществ (Афилана, Глидола). Максимальное извлечение белка было получено при использовании в эксперименте 1 % раствора ПАВ. В эксперименте с применением 1 %-ного раствора Глидола доля извлеченного белка составила 0,3 (или 30 %), с Афиланом – 0,34 (или 34 %).

Дальнейшее исследование будет продолжено в плане поиска поверхностно-активных веществ, позволяющих увеличить степень извлечения белка из пухоперового сыря в белковые гидролизаты.

Список использованных источников

1. Антипова Л.В., Шамханов Ч.Ю. Получение и характеристика комплексного препарата кератин расщепляющих протеаз актинмицета *Streptomyces Fradiospiralis* ВКМ А-157 / Л.В. Антипова, Ч.Ю. Шамханов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2003. – №4 (275). – С. 40–42.
2. Влияние ПАВ на морфологию комплексов меди и кератина, полученных деструкцией пера составами на основе сульфита натрия / Е.Н. Розанова [и др.] // Auditorium. – 2014. – Т.3. № 3(3). – С. 17–21.
3. Иванов Р.А. Коллоидно-химические свойства смесей лизоцим-ПАВ в системе водный раствор/октан: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.11 / Р.А. Иванов. – М., 2014. – 135 с.
4. Патент № 1144379 SU, МПК С12Р 21/06. Способ кислотного гидролиза белоксодержащего сыря / Чернин В.Н., Удровский Г.А., Кузина О.П., Леван В.А.. №3635853/13; заявл. 16.08.1983; опубл. 23.11.1992, Бюл. №43.
5. Слепнева, Е.В., Хамматова В.В. Влияние химических реагентов на кератин шерстяных волокон // Вестник казанского технологического университета. 2014. №16 (17). С. 73-75.

6. Lundahl P., Greijer E., Sandberg M., Cardell S., Eriksson K.O. A model for ionic and hydrophobic interactions and hydrogen-bonding in sodium dodecyl sulfate-protein complexes // Biochimica et Biophysica Acta. 1986. V.873. N.1. P.20-26.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГЕМОСТАТИЧЕСКОЙ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ В ВИДЕ ГУБКИ

© А.А. Шахов, Е.В. Грехнёва, Т.Н. Кудрявцева

e-mail: alexandr.a.shakhov@gmail.com, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

*Представлены предварительные результаты изучения полимерных гемостатических губок на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и изучения концентрации антибактериальной добавки при растворении образцов *in vitro*.*

Ключевые слова: *натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы, полимерная композиция, хлоргексидин.*

В хирургической практике остро стоит вопрос борьбы с кровопотерями, для которой требуются эффективные, биосовместимые и способствующие гемостазу материалы. Подобные губки должны иметь пористую структуру, состав способный к биодеструкции внутри среды организма, и при этом обладать определённой прочностью для удобства использования. В них в качестве полимера-основания выступают биополимеры: коллаген, хитин и полисахариды [3]. Желатиновые и коллагеновые губки, получаемые из сырья животного происхождения, известны относительно давно, однако они обладают весьма высокой аллергенностью [2]. Полисахариды, в отличие от материалов животного происхождения, обладают низкой аллергенностью, характеризуются отсутствием токсичности, биосовместимостью полимеров и продуктов их распада, что даёт большую свободу в использовании подобных губок. При этом получаемым материалам можно сообщать требуемые свойства за счёт внесения в состав различных активных веществ, например, противомикробных препаратов, соединений способствующих свертыванию крови, сосудотонизирующих средств и т.д. [1].

Нами исследована возможность получения гемостатической губки на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, с включением в состав полимерной композиции хлоргексидина, представляющего собой антисептик для наружного применения, широко применяемый в медицинской практике.

В ходе проведения исследования нами были получены несколько образцов губок на основе натриевой соли КМЦ с содержанием хлоргексидина 0,05% от массы полимерной композиции (рис. 1).



Рисунок 1 – Образцы полимерных губок с содержанием хлоргексидина

Для увеличения продолжительности деградации губки в качестве кросс-линкера использовали альгинат кальция. Чтобы придать образцам пластичность и упругость, в состав полимерной композиции был добавлен пластификатор – глицерин. Полученную полимерную композицию подвергали лиофилизации при температуре -30°C с её последовательным повышением, в течение 66 часов.

С помощью метода УФ-спектроскопии была исследована скорость диффузии хлоргексидина из полученного импланта в водной среде. Предварительными исследованиями установлено, что скорость диффузии хлоргексидина определяется временем растворения губчатого импланта.

Таким образом, были получены образцы полимерных губок, содержащие антисептик в своём составе, а также, установлена скорость изменения концентрации действующего вещества губки в водном растворе.

Список использованных источников

1. Таркова А.Р., Чернявский А.М. Гемостатический материал местного действия на основе окисленной целлюлозы [Текст] / А.Р. Таркова, А.М. Чернявский. // Сибирский научный медицинский журнал, том 35, № 2. – 2015. – С. 12.
2. Rana Imani, Mohammad Rafienia. Synthesis and characterization of glutaraldehyde-based crosslinked gelatin as a local hemostat sponge in surgery: An in vitro study [Текст] / Iman Rana, Rafienia Mohammad. // Biosensor Research Center, Isfahan University of Medical Sciences. – 2012. – С. 212.
3. Hu Z, Ouyang Q. Q. Optimization of preparation process and characterization of carboxymethyl chitosan/sodium alginate hemostatic sponge. [Текст] / Hu Z, Ouyang Q. Q. // Global Conference on Polymer and Composite Materials. – 2017. – С. 1-2.

КЛАСТЕРНАЯ СТРУКТУРА ПРОСТОЙ ЖИДКОСТИ

Ю. А. Неручев¹, О.С. Рышкова², А.К. Радченко³, В.А. Шкурина⁴

¹д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры физики и нанотехнологий, e-mail: yuap2003@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

²канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики и нанотехнологий, e-mail: ryshkova@inbox.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

³e-mail: radchenko.antoshka@mail.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

⁴e-mail: vs19942014@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г.Курск, Россия

Показано, что кластерная структура жидкости связана с нековалентным взаимодействием. В рамках кластерной модели описан процесс зарождения ближнего порядка.

Ключевые слова: кластеры; кластерная структура жидкости, энергия взаимодействия, дальнедействующие силы связи.

Исходим из того, что простая жидкость является смесью достаточно «устойчивых» кластеров и вклад, вносимый в энергию теплового движения кластером, определяется числом степеней свободы, характеризующим его внешнее и внутреннее движения. Это три степени свободы, связанные с движением центра масс кластера, три степени свободы, учитывающие его вращение как целого и $3n - 6$ степеней свободы, описывающие внутренние колебания кластера.

Учитывая квантовый характер внутренних колебаний кластера множителем $\frac{x}{e^x - 1}$ где величина $x = \frac{\varepsilon_b}{kT}$ зависит от энергии сил связи, которая пропорциональна критической температуре $\varepsilon_b = kT_{cr}$ вещества, кинетическую энергию кластера состоящего из n частиц определим соотношением

$$\langle \varepsilon_n \rangle = 3kT + (3n - 6) \cdot kT \frac{x}{e^x - 1}. \quad (1)$$

Энергия теплового движения двух частичного кластера определяется аналогичным соотношением

$$\langle \varepsilon_2 \rangle = 2,5kT + kT \frac{x}{e^x - 1}. \quad (2)$$

Таким образом, энергия, связанная с движением моля частиц жидкости, представляющей собой смесь различных кластерных образований, может быть представлена формулой:

$$\langle E \rangle = 3RT \cdot \sum_{i=1}^3 \left[1 + (n_i - 2) \cdot \frac{x}{e^x - 1} \right] \frac{w_i}{n_i} + RT \cdot \left(2,5 + \frac{x}{e^x - 1} \right) \frac{w_4}{2}. \quad (3)$$

Здесь: n_i – число частиц в кластере, $w_i = N_i / N$ – доля кластеров данного типа, N_i – число кластеров из n_i атомов, $N = \sum_{i=1}^m N_i$ – общее число кластеров, где последнее слагаемое учитывает вклад в общую энергию димерного кластера.

В рамках данной модели, критический переход пар-жидкость представляет собой процесс экстремальной димеризации молекул пара, сопровождающийся критической опалесценцией. Обратный переход характеризуется интенсивным распадом димерных образований. В этой области необходимо принимать во внимание энергию теплового движения образовавшихся после распада одиночных частиц. Эта энергия может быть представлена соотношением

$$\varepsilon_1 = 3kT \frac{x}{e^x - 1}, \quad (4)$$

как энергия 3-х мерного квантового осциллятора.

Для оценки теплоемкости жидкости с помощью формулы (3) необходимо располагать информацией о характере распределения кластеров по числу частиц и его зависимости от температуры.

Из-за отсутствия информации о структуре кластеров и характере их распределения по числу частиц в зависимости от температуры в работе [1] рассмотрена узкая предкритическая область кривой равновесия, в которой $\langle n \rangle \leq 2$ и, в которой вероятней всего наблюдаются только димерные кластеры и одиночные частицы. В силу этого энергия теплового движения частиц жидкости в этой области была представлена всего двумя слагаемыми

$$E = \chi \cdot \frac{RT}{2} \left(2.5 + \frac{x}{e^x - 1} \right) + (1 - \chi) \cdot 3RT \frac{x}{e^x - 1}. \quad (5)$$

Первое из них представляет собой энергию теплового движения димерных образований, доля которых χ , а второе – энергию теплового движения одиночных частиц, образовавшихся при распаде димеров с долей $1 - \chi$.

Из-за отсутствия информации о структуре кластеров и их распределении по числу частиц можно предположить, что их структура сходна со структурой кластеров, рассматриваемых в работе [2]. По данным этой работы наиболее устойчивыми кластерными образованиями являются кластеры, содержащие 19, 13 и 7 атомов. Естественно, что указанная группа кластеров по мере приближения к критической точке должна быть дополнена другими кластерами, например, димерами и одиночными частицами. Однако если полагать, что вдали от критической точки их присутствием в жидкости возможно пренебречь, то в этой области можно оценить характер их распределения.

Таким образом, предположим, что жидкая фаза представляет собой равновесную смесь 3-х типов кластеров, содержащих по 19, 13 и 7 атомов. Пусть N_1 – число кластеров из 19 атомов, N_2 – число кластеров из 13 атомов и N_3 – число кластеров из 7 атомов.

Как известно, в условиях равновесия число частиц каждого сорта будет пропорционально больцмановскому множителю, определяемому температурой и энергией взаимодействия частиц со средой

$$N_1 \sim \exp(-E_1/kT), \quad N_2 \sim \exp(-E_2/kT), \quad N_3 \sim \exp(-E_3/kT).$$

Поэтому можно записать

$$N_2/N_1 = \exp(\Delta E'/kT) \quad \text{и} \quad N_3/N_2 = \exp(\Delta E''/kT).$$

Полагая, что возрастание числа частиц в кластере на одно и тоже число частиц приводит к увеличению энергии на одну ту же величину $\Delta E' \approx \Delta E''$, приходим к выводу о том, что

$$N_2/N_1 = N_3/N_2 = \alpha$$

Зависящий от температуры статистический параметр α можно определить по известному среднему числу частиц в кластере $\langle n \rangle$ следующим образом.

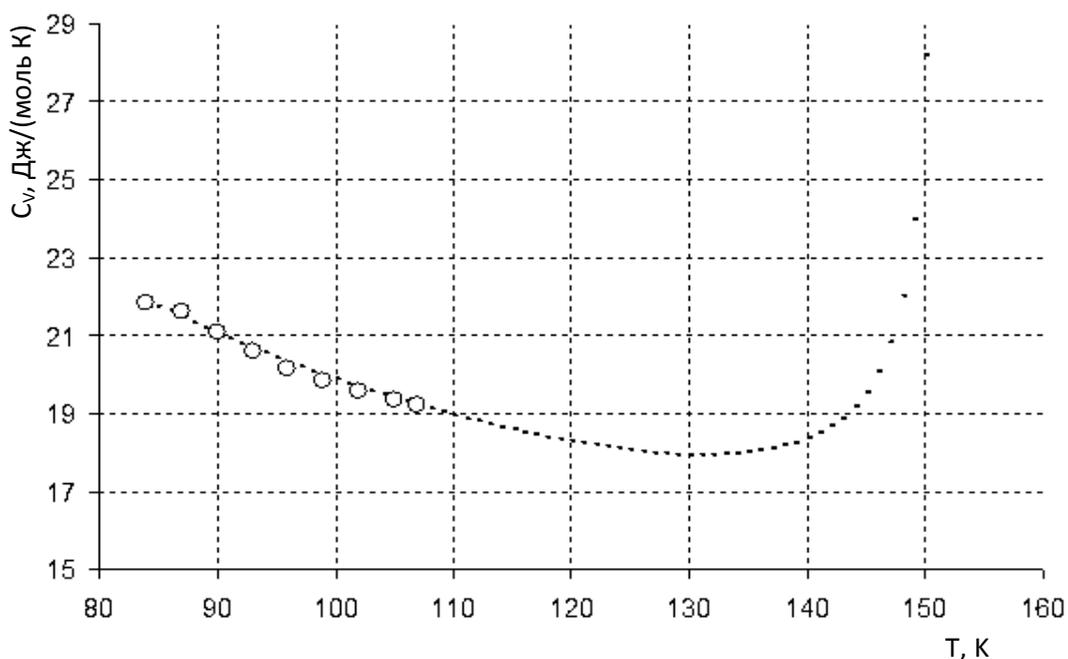
Среднее число частиц в кластере будет равно:

$$\langle n \rangle = \frac{19N_1 + 13N_2 + 7N_3}{N_1 + N_2 + N_3}. \quad (6)$$

По данным о величине параметра α можно рассчитать величину энергии теплового движения частиц жидкости в зависимости от температуры и, дифференцируя полученную величину $E_k(T)$ оценить величину изохорной теплоемкости жидкости. По описанной выше методике автором проведена оценка величины изохорной теплоемкости жидкой фазы аргона и метана для области кластеров, с числом частиц $n > 7$, при условии, что в этой области параметров состояния жидкости представляют собой смеси 3-х типов кластеров, содержащих по 19, 13 и 7 частиц. Полученные при этом условия значения теплоемкости и ее температурный ход вполне удовлетворительно согласуются с данными эксперимента. Однако лучшие результаты получаются при условии, что в указанной области состояний частицы группируются в кластеры, состоящие из 18, 12 и 6 частиц. При таком условии значения изохорной теплоемкости жидкого аргона практически совпадают с данными, представленными сайтом NIST [3]. Подтверждение этому можно увидеть на рисунке, построенном по данным [3] и результатам выполненных расчетов.

Как видим, кластерная модель предсказывает достоверные значения изохорной теплоемкости для любого участка кривой равновесия жидкость-пар.

Используемая автором кластерная модель простой конденсированной системы [4], основанная на гипотезе о существовании дальнедействующих сил связи, способна объяснить практически весь спектр особенностей свойств вещества, наблюдаемый в критической области. Предложенная модель описывает процесс зарождения жидкости и «ближнего» порядка в ней, а также дает представления о характере эволюции этого процесса на всей кривой равновесия, включающей область кристаллизации,



Рисунк 1 – Изохорная теплоемкость жидкого аргона

подтверждаемые данными рентгеноструктурных исследований. Принимавшиеся ранее как гипотеза представления о дальнедействующих «химических» силах связи нашли свое экспериментальное подтверждение [1] пока в углеводородной среде во взаимодействии *C – H* связей.

Как видим, в простых жидкостях и жидких углеводородах наблюдается кластерная структура. Её наличие подтверждается данными рентгеноструктурных исследований и результатами калорических измерений. Использование кластерной модели позволяет достоверно представлять теплофизические свойства жидкой фазы «простых» веществ, в критической области и других частях кривой равновесия жидкость-пар. Константы модели определяются значениями критических параметров вещества.

Список использованных источников

1. Hobza P, Muller-Dethlefs K. Non-Covalent Interactions: Theory and Experiment. Manchester: R. Soc. Chem., 2010. P. 225.
2. Robertson D.H., Brown F.B., Navon J.M. Determination of the Structure of Mixed Argon–Xenon Clusters Using a Finite Lattice-based Monte Carlo Method // Chem. Phys. 1989. V. 90. № 6. P. 3221.
3. <http://www.nist.gov/srd>; <http://webbook.nist.gov>.
4. Vlasiuk M., Sadus R.J. Ab Initio Interatomic Potentials and the Thermodynamic Properties of Fluids // J. Chem. Phys. 2017. V. 147. 024505.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ НА КАЧЕСТВО Na-КМЦ ИНДИКАТОРНЫХ ПЛЕНОК

Л.В. Атрепьева, С.А. Ефанов, Т.Н. Кудрявцева, С.А. Корсунова

e-mail: labos@kursksu.ru, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

Изучено влияние природы и количества кислоты в пленочном составе на аналитический эффект, реализуемый на Na-КМЦ индикаторных пленках колориметрическими индикаторами pH.

Ключевые слова: полимерные пленки, натрий карбоксиметилцеллюлоза, кислотно-основные индикаторы, pH-ответ.

Твердофазные оптические сенсоры, к которым относятся pH-активные пленки, реализуют сорбционно-спектроскопический метод определения водородного показателя и позволяют наблюдать аналитический эффект с помощью визуальной и фотометрической колориметрии.

В более ранних наших работах была установлена важная роль кислоты в составе пленочной композиции при получении индикаторных пленок на основе Na-КМЦ с pH-сигналом в интервале 7,0-9,0. [3]

Индикаторные пленки получали по многостадийной технологии, включающей приготовление пленочной композиции, формование методом полива в чашки Петри, сушку при температуре 80 °С в сушильном шкафу, снятие пленки со стеклянной подложки. Препараты вводили раствором методом в оптимальных соотношениях (г/100 г раствора): Na-КМЦ – 3; ПВП – 0,5; глицерин – 2,3; кислотно-основной

индикатор $-2 \cdot 10^{-3}$; кислота – в количестве, необходимом для создания рН среды в диапазоне 4,0-6,5; вода дистиллированная – оставшееся количество до 100 г раствора. Активная реакция среды полимерного раствора без кислоты соответствовала рН= 6,6-7,0. Кислотность пленкообразующей композиции регулировали соляной или уксусной кислотами. Измерение рН среды проводили на иономере И-160МИ. Данная технология обеспечила получение прозрачных, равномерно окрашенных, пластичных, формоустойчивых, качественных пленок [1].

В качестве кислотно-основных индикаторов использовали трифенилметановый краситель бромтимоловый синий и прямой дисазокраситель бриллиантовый желтый, которые в водной среде регистрируют рН в диапазоне значений 6,0-8,0. Без введения кислоты цветовой переход наступал уже при получении пленок, которые становились малопригодными в качестве тест-средств. В данной работе мы исследовали влияние природы и количества кислоты в пленочном составе на качество аналитического сигнала индикаторных пленок.

Для проверки индикаторных свойств рН-активных пленок приготовили фосфатные буферные растворы с нейтральной и слабощелочной реакцией среды (рН = 7,0; 7,4; 8,0; 9,0). Способ исследования включал оценку рН-активности по величине возникновения аналитического сигнала в виде цветной реакции, протекающей на твердофазном пленочном носителе, в зависимости от кислотности объекта исследования. На определенные участки пленки наносили $0,1 \text{ см}^3$ буферного раствора. В результате взаимодействия кислотно-основного индикатора, иммобилизованного в пленке, с буферным раствором в месте контакта возникал локальный цветовой переход: индикатор бриллиантовый желтый изменял цвет с желтого на красный, а индикатор бромтимоловый синий – с желтого на синий.

Степень проявления аналитического эффекта на пленках оценивали по интенсивности цветового перехода и по времени рН-ответа. Интенсивность цветового сигнала полуколичественно характеризовали словами слабая, средняя, сильная.

В результате проведенных исследований выявлена зависимость функционирования Na-КМЦ индикаторных пленок как тест-систем от природы и количества кислоты, вводимой на стадии приготовления в состав полимерной композиции. Характеристика индикаторного эффекта для пленок с соляной кислотой представлена в таблице 1.

Таблица 1- Характеристика индикаторного эффекта по интенсивности отклика (Int) и времени рН-ответа (τ) для пленок с соляной кислотой в составе

рН пленочного состава	Характеристика индикаторного эффекта, возникающего при контакте пленки с буферными растворами							
	рН=7,0		рН=7,4		рН=8,0		рН=9,0	
	Int	τ , с	Int	τ , с	Int	τ , с	Int	τ , с
	пленки с индикатором бриллиантовым желтым							
4,2	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
5,0	слаб.	180	сред.	178	сил.	32	сил.	23
6,3	сред.	95	сред.	20	сил.	7	сил.	7
	пленки с индикатором бромтимоловым синим							
4,2	нет	нет	слаб.	132	сред.	25	сил.	10
5,0	сред.	60	сил.	10	сил.	7	сил.	7
6,3	сред.	60	сил.	8	сил.	4	сил.	4
Примечание: слаб. – слабая интенсивность индикаторного сигнала сред. – средняя интенсивность индикаторного сигнала сил. – сильная интенсивность индикаторного сигнала								

Результаты индикаторной активности твердопленочных тест-средств с уксусной кислотой представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика индикаторного эффекта по интенсивности отклика (Int) и времени рН-ответа (τ) для пленок с уксусной кислотой в составе

рН пленочного состава	Характеристика индикаторного эффекта, возникающего при контакте пленки с буферными растворами							
	рН=7,0		рН=7,4		рН=8,0		рН=9,0	
	Int	τ , с	Int	τ , с	Int	τ , с	Int	τ , с
пленки с индикатором бриллиантовым желтым								
4,0	сред.	100	сред.	70	сил.	20	сил.	12
5,1	слаб.	300	слаб.	180	сред.	60	сил.	30
6,1	слаб.	120	сред.	70	сил.	30	сил.	12
пленки с индикатором бромтимоловым синим								
4,0	сред.	26	сил.	14	сил.	10	сил.	6
5,1	слаб.	120	слаб.	90	сред.	40	сил.	18
6,1	слаб.	60	сред.	20	сил.	14	сил.	10
Примечание: слаб. – слабая интенсивность индикаторного сигнала сред. – средняя интенсивность индикаторного сигнала сил. – сильная интенсивность индикаторного сигнала								

Из таблицы 1 видно, что индикаторный эффект является более явным и быстрым в пленках, загруженных соляной кислотой до рН=5,0-6,3. При более сильном закислении до рН=4,0 аналитический сигнал на пленках с бриллиантовым желтым не генерируется, а с бромтимоловым синим начинает проявляться при контакте с буферными растворами с рН \geq 7,4. Закономерно, что с ростом рН контактной жидкости интенсивность индикаторного сигнала становится сильнее, а время рН-ответа значительно уменьшается. Наилучший аналитический эффект демонстрируют индикаторные пленки с соляной кислотой при рН=6,3 пленочного состава, обеспечивающие более ранний, быстрый и яркий рН-сигнал.

Данные таблицы 2 указывают, что общие выявленные закономерности индикаторной активности сохраняются и в пленках с уксусной кислотой. Одновременно установлено, что наилучшие характеристики цветового перехода реализуются на пленках с более низким значением рН=4,0 пленочного состава с уксусной кислотой.

Результаты эксперимента указывают на возросшие возможности Na-КМЦ индикаторных пленок, полученных с участием кислот, при этом природа и количество кислоты являются важным параметром управления качеством аналитического сигнала.

Интересно отметить, что природа индикатора существенно влияет на время рН-ответа на Na-КМЦ пленках. В зависимости от кислотно-основных свойств буферного аналита, индикаторный сигнал, реализуемый красителем бромтимоловым синим, формируется в 1,6-2 раза быстрее на пленках с соляной кислотой и в 2-5 раз быстрее на пленках с уксусной кислотой в отличие от красителя бриллиантового желтого. Разное время рН-отклика указывает на изменение характера связывания индикаторов с пленочным субстратом в зависимости от молекулярной структуры реагентов. В отличие от бромтимолового синего, являющегося трифенилметановым красителем, прямой дисазокраситель бриллиантовый желтый обладает большим сродством к целлюлозе и ее производным. Линейные молекулы прямых азокрасителей сильнее связываются с линейными макромолекулами натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, что, вероятно, замедляет развитие аналитического сигнала.

Подобное поведение колориметрических индикаторов в твердопленочных чувствительных элементах позволяет в определенном смысле рассматривать их как

маркеров механизма межмолекулярного взаимодействия. Можно предположить, что индикаторные пленки могут стать полезными объектами в рамках развития концепции направленного поиска индикаторных красителей для создания твердофазных аналитических тест-систем.

Для выявления роли кислоты в составе пленочной композиции снимали ИК-спектры полученных пленок на ИК Фурье-спектрометре ФСМ 1201. Инфракрасный спектральный анализ показал, что в интервале частот колебаний от 1650-1620 см⁻¹ наблюдается появление пика переменной интенсивности, характерного для карбоксильной группы. Интенсивность валентных колебаний характеристической частоты пропорциональна количеству кислоты, вводимой в полимерный состав. На основании данных ИК-спектроскопии установили роль кислоты не только как регулятора кислотности среды, но и как модифицирующего реагента. Под действием кислоты в условиях создания пленок Na-КМЦ полимерной основе происходит частичная трансформация натриевой соли в карбоксиметилцеллюлозу.

Полученные теоретические и практические данные можно использовать в образовательном процессе. С этой целью результаты работы представлены в виде визуально аргументированного изложения материала. Экранное преподнесение информации позволяет выделить видеометод в качестве эффективного метода обучения, особенно при самостоятельной подготовке обучающихся к лабораторным занятиям [2].

Таким образом, регулирование кислотно-основных свойств Na-КМЦ полимерных растворов является важным фактором для получения качественных рН-активных пленок. Проведенные исследования актуальны в теоретическом и практическом плане. Полимерные пленки с рН-индикаторным эффектом в диапазоне рН=7,0-9,0 представляют особый интерес как биолого-диагностические средства в медицинской практике.

Список использованных источников

1. Атрепьева, Л.В. Использование полисахаридов для получения некоторых материалов медицинского назначения/ Л.В. Атрепьева, С. А. Ефанов, М. А. Любимова, С. А. Ржаных, Л. Н. Замыцкая // В сборнике: Нанотехнологии: образование, наука, инновации. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции.- 11 – 12 октября 2018

2. Атрепьева, Л.В. Медиаобразовательная модель лабораторной работы в учебном процессе / Л.В. Атрепьева, М.С. Сысолятина // В сборнике: Биомедицинская инженерия и биотехнология Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией П.В. Ткаченко, Л.П. Лазуриной. -2015. - С. 12-14.

3. Корсунова, С.А. Оптимизация состава водорастворимых пленок медицинского назначения / С.А. Корсунова, Л.В. Атрепьева, Т.Н. Кудрявцева, С.А. Ефанов // В сборнике статей X Всероссийской научно-практической конференции: Нанотехнологии: образование, наука, инновации.- Ответственный редактор: П.А. Белов. - 2019. С. 95-96.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ АДИАБАТИЧЕСКОЙ СЖИМАЕМОСТИ В ХЛОР И ЙОД-ЗАМЕЩЁННЫХ Н-ПАРАФИНАХ

В.В. Мелентьев

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»

Проведенные в лаборатории молекулярной акустики КГУ экспериментальные исследования скорости ультразвука, плотности, изобарной теплоемкости в ряду n-парафинов и их галогенозамещенных, позволили по известным термодинамическим соотношениям рассчитать температурную зависимость адиабатической сжимаемости в этих областях. Эта зависимость позволяет судить о изменении молекулярного взаимодействия в этих веществах.

Ключевые слова: скорость ультразвука, плотность, изобарная теплоемкость, адиабатическая сжимаемость, n-парафины, межмолекулярное взаимодействие

По многочисленным публикациям в научной литературе [1-5], адиабатическая сжимаемость определяются в основном по акустическим измерениям. Согласно макроскопической гидродинамической теории вещества, адиабатическая сжимаемость β_s определяется соотношением:

$$\beta_s = \frac{1}{\rho c^2}, \quad (1)$$

в котором ρ - плотность жидкости, c – скорость распространения ультразвуковых волн в ней.

Расчёт адиабатической сжимаемости по скорости ультразвука в бездисперсной области и плотности обладает высокой точностью, так как плотность и скорость ультразвуковых волн определяются экспериментально с малой погрешностью. Максимальная погрешность при вычислении величины β_s , по формуле (1) в широком интервале температур и давлений составляет порядка 0,2-0,3 %. По P-V-T данным адиабатическая сжимаемость определяется в среднем с погрешностью 5 %.

Для эксперимента были взяты 1-хлорпропан, 1-хлоргексан, 1-йодгексан, 1-хлоргептан, 3-хлоргептан, 1-йодгептан, 1-хлорнонан степени очистки «ЧДА» и «ХЧ». Скорость ультразвука в исследованных жидкостях измерялась импульсно-фазовым методом одного фиксированного расстояния в диапазоне частот (1-5) МГц с погрешностью $\pm 0,1$ % [6]. Дисперсии скорости в указанном диапазоне обнаружено не было. Плотность при атмосферном давлении и низких температурах, измерялась методом гидростатического взвешивания с погрешностью, не превышающей $\pm 0,5$ %. В области комнатных температур плотность измерялась с помощью пикнометрического метода с погрешностью 0,1 %. При температурах выше точки кипения плотность измерялась с помощью контактного пьезометра с погрешностью $\pm 0,3$ %. Термостатирование производилось в жидкостном термостате, с точностью до $\pm 0,05$ К. Температура измерялась платиновым термометром сопротивления с погрешностью $\pm 0,01$ К. Экспериментальное исследование изобарной теплоёмкости было проведено методом динамического с-калориметра с тепломером на промышленной установке ИТС_p-400 при атмосферном давлении. Расчёт погрешности измерения изобарной теплоёмкости данным методом, проведенный во всех точках температурного интервала, показал, что она не превышала ± 5 %.

По экспериментальным данным о плотности, и скорости ультразвуковых волн, полученных автором в лаборатории молекулярной акустики Курского

государственного университета, произведены расчёты β_s для n-парафинов и их хлор- и йод-замещённых.

Зависимость β_s от температуры для некоторых n-парафинов и их галогенозамещённых на линии равновесия жидкость-пар представлена на рисунке 1. На рисунке 2 представлен график зависимости адиабатической сжимаемости от температуры для n-парафинов.

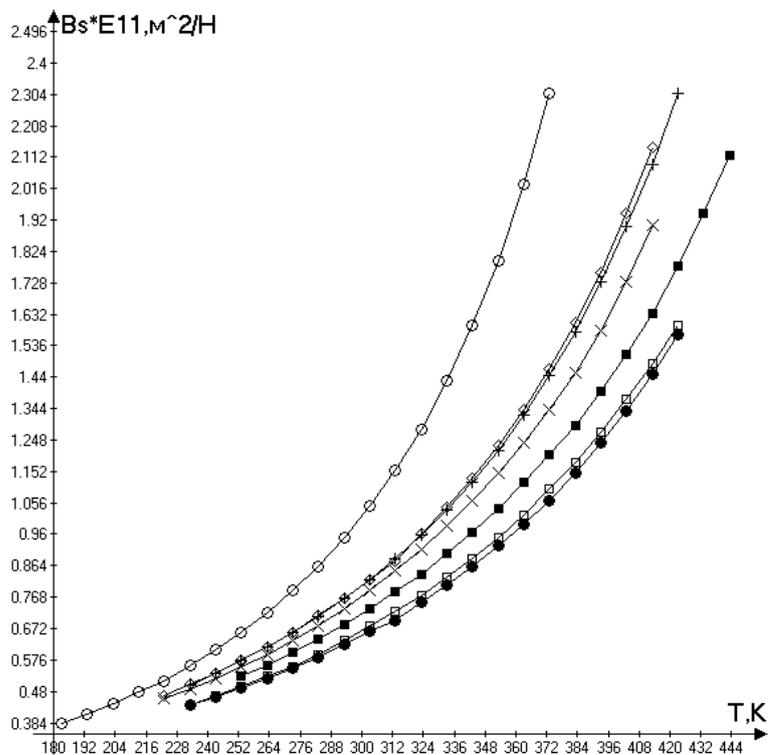


Рисунок 1 – Зависимость β_s от температуры для исследованных объектов на линии равновесия жидкость-пар. Здесь: ●-1-йодгептан, □-1-йодгексан, + -3-хлоргептан, ×-1-хлоргептан, ◇-1-хлоргексан, ○-1-хлорпропан, ■ -1-хлорнонан

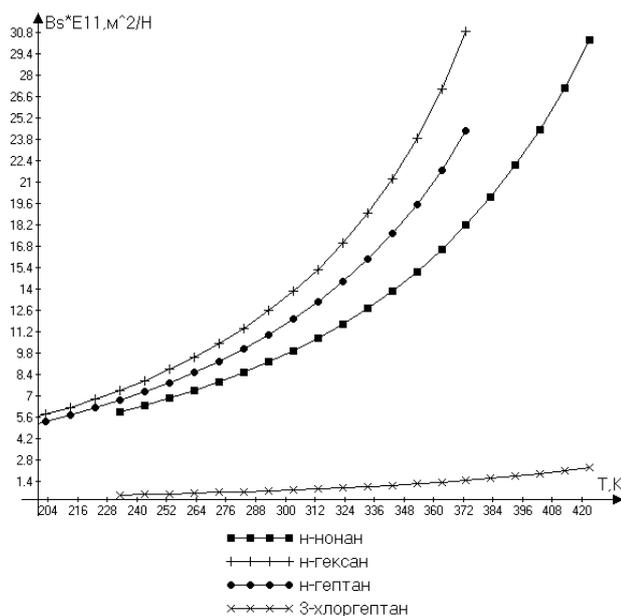


Рисунок 2 – Зависимость β_s от температуры для некоторых n-парафино

Из анализа температурных зависимостей адиабатической сжимаемости исследованных жидкостей можно сделать вывод, что замена атома водорода на атом галогена приводит к увеличению интенсивности межмолекулярных взаимодействий в соответствующем парафине.

Список использованных источников

1. Marcus Y. The compressibility of liquids at ambient temperature and pressure. / Y. Marcus, G.T.Hefter // *J. Mol. Liquids.* – 1997. – No 73–74. – P. 61–74.
2. Cibulka I. Liquid densities at elevated pressures of 1-alkanols from C1 to C10: a critical evaluation of experimental data. / M.Zikova // *J. Chem. Eng. Data.* – 1994. – V. 39. – P. 876–886.
3. Kiselev V.D. Pressure effect on the rate and equilibrium constant of the Diels-Alder reaction 9-chloroanthracene with tetracyanoethylene. / V.D. Kiselev, E.A Kashaeva, A.I.Kononov. // *Tetrahedron.* – 1999. – V. 55. – P. 1153–1162.
4. Киселев В.Д.. Сжимаемость жидкости и её внутреннее давление. / В.Д.Киселев, А.В. Болотов, А.П. Сатонин, Е.А. Кашаева, А.И. Коновалов. // Учёные записки Казанского государственного университета. Естественные науки. – 2008. – Том 150, кн. 3 – С.76-90
5. Циклис Д.С. Техника физико-химических исследований при высоких и сверхвысоких давлениях. / Д.С Циклис; –М.: Химия, 1976. – 430 с.
6. Скорость звука в жидких углеводородах. / В.В.Зотов [и др.]. –Курск: КГУ, 1995. –77 с.