

Рисунок 1 – Сигнал $x(n) = \exp((j \cdot 2\pi / N) \cdot k \cdot n)$, $n = \overline{0, N-1}$, $N = 16$, $k = 4$; взвешенное ДВПФ сигнала $x(n)$ обозначено пунктирной линией, значения ДПФ сигнала обозначены звездочками – *; $z = 2\pi / N$.

Рассмотрим специфику измерения частот гармонических компонент периодического и почти периодического сигналов методом измерительного дискретного преобразования Фурье – ДПФ

УДК 535.37

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИЗУАЛИЗАТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ЩЕЛОЧНЫЕ ДОБАВКИ

Попечиц В.И.

Институт прикладных физических проблем им. А.Н.Севченко» БГУ
Минск, Республика Беларусь

Исследовано влияние щелочных добавок на спектральные и цветоконтрастные характеристики трехкомпонентных растворов органических красителей, используемых в качестве визуализаторов ионизирующих излучений. Показано, что щелочные добавки позволяют уменьшить время облучения растворов для регистрации определенной радиационной дозы и улучшить цветоконтрастные характеристики последних.

Жидкие и твердые растворы органических красителей являются удобными модельными объектами для радиационных исследований с помощью спектрально-люминесцентных методов, так как обладают интенсивными полосами поглощения в видимой области спектра [1, 2].

При воздействии рентгеновского и гамма излучения на растворы красителей происходит их необратимое обесцвечивание, вызванное взаимодействием молекул красителей с кислородсодержащими радикалами и ион-радикалами, образующимися в результате радиолиза раство-

[1,2]. В случае периодического сигнала $x(n)$ выбором конечного интервала $N = N_p$, на котором задан сигнал $x(n)$, можно ДПФ его гармонических компонент «разместить» в нулях взвешенного дискретно-временного преобразования Фурье (ДВПФ) рисунок 1.

При измерении частот гармонических компонент почти периодического сигнала этого сделать принципиально невозможно, что существенно осложняет измерение частот гармоник таких сигналов.

В заключение отметим, что сумма периодических сигналов может быть, как периодическим, так и почти периодическим сигналом.

1. Пономарева, О.В. Развитие теории спектрального анализа дискретных сигналов на конечных интервалах в базе параметрических экспоненциальных функций // Цифровая обработка сигналов. – 2010. – № 2. – С. 7-11.
2. Пономарева, О.В. Теория и применение параметрического дискретного преобразования Фурье / В.А. Пономарев, О.В. Пономарева // Цифровая обработка сигналов. – 2011. – № 1. – С. 2-6.

рителей [3, 4]. Многокомпонентные растворы красителей при воздействии рентгеновского или гамма излучения могут изменять цвет, что позволяет визуально определить величину радиационной дозы, используя предварительно построенную цветовую градуировочную шкалу [5-8].

В данной работе исследовано влияние щелочной добавки (на примере гидроксида калия – КОН) на спектральные и цветоконтрастные характеристики визуализаторов ионизирующих излучений на основе трехкомпонентных растворов органических красителей (в качестве растворителя использовалась дистиллированная вода, в которой растворялись два красителя, поглощающие свет в коротковолновой и длинноволновой области видимого спектра, соответственно).

Предварительно была исследована химическая стойкость двухкомпонентных водных растворов красителей, перспективных для использования в качестве компонентов визуализаторов ионизирующих излучений. На рисунке 1, напри-

мер, приведены зависимости интенсивности максимумов спектров поглощения водных растворов некоторых красителей, содержащих щелочную добавку, от времени хранения, из которого видно, что по химической стойкости к щелочным добавкам красители можно условно разделить на три группы: относительно стойкие – концентрация исходного красителя со временем уменьшается незначительно (кривые 1, 2), среднестойкие (кривые 3, 4), не стойкие (кривые 5, 6). Понятно, что для приготовления визуализаторов ионизирующих излучений на основе многокомпонентных растворов красителей, активированных щелочными добавками, следует использовать красители двух первых групп.

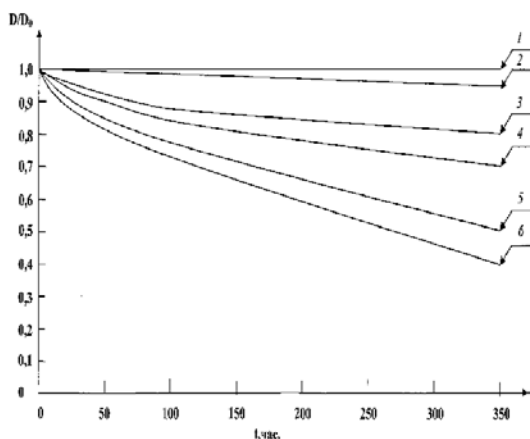


Рисунок 1 – Зависимость нормированной интенсивности поглощения в максимуме длинноволновой полосы (D/D_0) водного раствора Na-флуоресцеина (1), кислотного желтого светопрочного (2), акридинового желтого (3), трипафлавина (4), кислотного ярко-голубого 3 (5), родамина 6Ж (6) с добавлением гидроксида калия от времени хранения раствора в темноте

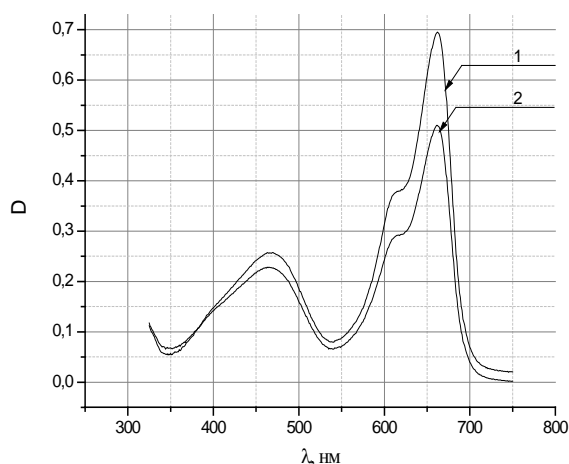


Рисунок 2 – Спектры поглощения трехкомпонентного раствора Метиленового голубого и Метилового оранжевого после облучения рентгеном в воде (1), с добавлением гидроксида калия (2)

Концентрация растворов красителей составляла $3,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. К 15 мл водного раствора красителя данной концентрации добавлялось 3 мл водного раствора гидроксида калия (KOH) концентрации $2,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Спектры поглощения растворов красителей, содержащие щелочную добавку, записывались через определенные промежутки времени на спектрофотометре PV 1251 "Solar". Чтобы исключить фотохимическую деструкцию красителей, растворы хранились в полной темноте, при комнатной температуре. Для приготовления визуализаторов ионизирующих излучений на основе многокомпонентных растворов красителей, активированных щелочными добавками, лучше использовать первую группу красителей.

Для исследования влияния щелочных добавок на спектральные и цветоконтрастные характеристики облученных растворов были приготовлены трехкомпонентные водные растворы красителей. Смешивались 10 мл водного раствора красителя, поглощающего в длинноволновой области видимого спектра (концентрация $3,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л), и 10 мл водного раствора красителя, поглощающего в коротковолновой области, такой же концентрации. В полученный трехкомпонентный раствор добавлялись 4 мл воды или 4 мл водного раствора KOH концентрации $2,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л, соответственно. Облучение трехкомпонентных растворов, содержащих и не содержащих щелочную добавку проводилось в пластиковых кюветках на рентгеновской установке «Дрон 2М», при мощности тока, проходящего через рентгеновскую трубку, 200 Вт (напряжение – 20 кВ, ток – 10 мА) в течение 15 минут. Затем на спектрофотометре PV 1251 "Solar" записывались спектры поглощения облученных растворов. В качестве примера на рисунке 2 представлены спектры поглощения одного из облученных трехкомпонентных растворов, содержащего и не содержащего щелочную добавку.

Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод о том, что скорость необратимой радиационной деструкции красителей в водных растворах возрастает при добавлении в растворы щелочи. Причем это возрастание скорости радиационной деструкции зависит от химической природы красителя, т.е. разное для каждого красителя. Следовательно, подбором красителей и добавлением в растворы щелочи можно улучшить цветоконтрастные характеристики облученных растворов, что важно при применении трехкомпонентных растворов красителей в качестве детекторов радиационной дозы, в частности при проведении неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий.

1. Степанов Б.И. Введение в химию и технологию органических красителей / Б.И.Степанов // – М.: Химия. – 1977. – 448 с.
2. Зайдель А.Н. Техника и практика спектроскопии / А.Н. Зайдель, Г.В. Островская, Ю.И. Островский // – М.: Наука. – 1976.-392 с.
3. Попечиц В.И. Спектроскопическое исследование радиационной устойчивости растворов красителей / Спектроскопия и люминесценция молекулярных систем / БГУ, НАН Беларуси; под ред. Е.С. Воропая, К.Н. Соловьёва, Д.С. Умрейко. Минск: БГУ. – 2002. – С. 275-286.
4. Попечиц В.И. Спектрально-люминесцентные характеристики гамма-облученных растворов трикарбодиаминоновых красителей / Вестник БГУ. – Сер. 1. – 2002. – № 3. – С. 33-37.
5. Попечиц В.И. Влияние гамма-облучения на спектры поглощения растворов кислотных красителей / Журнал прикладной спектроскопии. – 2003. – Т. 70. – № 1. – С. 34-37.
6. Попечиц В. И. Применение многокомпонентных растворов красителей для неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий / Взаимодействие излучений с твердым телом: Матер. 9-й Междунар. конф. – Минск. – 2011. – С. 444-445.
7. Попечиц В. И. Визуализаторы ионизирующего излучения на основе многокомпонентных растворов красителей / Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. в 2 ч. – Минск. – 2012. – Ч. 2. – С. 128-133.
8. Попечиц В. И. Дефектоскопия материалов и изделий с помощью многокомпонентных растворов красителей / Достижения физики неразрушающего контроля: Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Института прикладной физики НАН Беларуси. – Институт прикладной физики НАН Беларуси. – Минск. – 2013. – С. 284-289.

УДК 531.381.001

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ ГИРОСТАБИЛИЗАТОРЫ

Распопов В.Я.

Тульский государственный университет
Тула, Российская Федерация

Непосредственные гиросtabilизаторы (НГС) – это устройства, принцип действия которых основан на непосредственном использовании стабилизирующих свойств трёхстепенного гироскопа. При этом для создания стабилизирующего эффекта гироскоп в ряде случаев должен обладать большим кинетическим моментом. Одна из важных особенностей НГС – наличие механической связи со стабилизируемым объектом. НГС применяются в качестве успокоителей качки корабля, стабилизаторов вагона однопорельсовой железной дороги и двухколёсных автомобилей, для стабилизации площадок, отдельных приборов, чувствительных элементов систем навигации и управления, а также в гироскопических амортизаторах колебаний и в управляющих комплексах космических аппаратов [1].

Непосредственные гиросtabilизаторы могут быть разделены по принципу действия на три типа (некорректируемые, корректируемые, силовые гироскопические комплексы), в каждый из которых включены гиросустройства, обладающие специфической конструкцией и исполняемой функцией (рисунок 1) [2].

НГС базовых систем координат в основе построения используют схему трёхстепенного астатического гироскопа, который может стабилизировать полезную нагрузку, например, оптические элементы, либо элементы измерительных устройств (рисунок 2).



Рисунок 1 – Классификация непосредственных гиросtabilизаторов

Гироскопические управляющие устройства могут стабилизировать объекты управления как по углу, так и по угловой скорости.

В ряде случаев гироскопы, на базе которых построены управляющие устройства, могут испытывать значительные возмущения со стороны стабилизируемых объектов через управляющие элементы, механически связанные с гироскопом.

Гировертикали, классифицируемые как НГС, корректируемые по вертикали места, построены по схеме трёхстепенного астатического гироскопа в которых корректирующие моменты создаются либо датчиками момента, управляемыми акселерометрами, установленными на гиросузле, либо физическим маятником, не имеющим жёсткой механической связи с гиросузлом, в отличие от гиросузла маятниковой ГВ.