

## **ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ИНФОРМАТИВНЫМ МЕТОДОМ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕГРАЦИИ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

**Ж. В. Кадолич**

заведующий кафедрой материаловедения в машиностроении, к.т.н., доцент  
Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого», Республика Беларусь, г. Гомель

**С. В. Зотов**

ведущий научный сотрудник отдела композиционные материалы и  
рециклинг полимеров, к.т.н.

Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем  
имени В. А. Белого НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация. К ознакомлению студентам высшей школы предложен метод электретно-термического анализа, которые применяется в физике диэлектриков для оценки распределения в веществе носителей электретного (поляризационного) заряда и регистрации в нем отличного от нуля суммарного электрического момента. Сущность метода электретно-термического анализа состоит в регистрации термостимулированного тока, возникающего в исследуемом образце вследствие стимулированных нагреванием процессов разупорядочения диполей, высвобождения носителей заряда из ловушек и их движения, упорядоченная составляющая которой формирует термостимулированный ток. Зависимость тока от температуры представляет собой токовый спектр, по которому судят о механизмах, ответственных за проявление электретного эффекта. Показано, что спектр термостимулированных токов хитозана позволяет охарактеризовать этот объект как природный электрет, в котором при нагревании происходят конформационные (структурные) изменения, сопровождающиеся высвобождением электрических зарядов. Данным методом можно охарактеризовать также структурные изменения в крови, синовиальной жидкости, полимерных биodeградируемых композициях на основе крахмала, в растительных маслах и других объектах. Построение учебного процесса с учетом необходимости ознакомления с методом электретно-термического анализа будет способствовать интеграции академической науки и высшего образования по целому ряду специальностей.

Ключевые слова: диэлектрики, электретно-термический анализ, термостимулированные токи.

Abstract. The method of electret-thermal analysis, which is used in the physics of dielectrics to assess the distribution of electret (polarizing) charge carriers in a substance and to register a non-zero total electric moment in it, is proposed for the introduction of higher school students. The essence of the method of electret-thermal analysis consists in recording the thermally stimulated current arising in the sample under study due to the processes of disordering of dipoles stimulated by heating, the release of charge carriers from traps and their movement, the ordered component of which forms a thermally stimulated current. The dependence of current on temperature is a current spectrum by which the mechanisms responsible for the manifestation of the electret effect are judged. It is shown that the spectrum of thermostimulated chitosan currents makes it possible to characterize this object as a natural electret in which, when heated, conformational (structural) changes occur, accompanied by the release of electric charges. This method can also characterize structural changes in blood, in synovial fluid, in polymer biodegradable starch-based compositions, in vegetable oils, and other objects. The construction of the educational process, taking into account

the need for familiarization with the method of electret-thermal analysis, will contribute to the integration of academic science and higher education in a number of specialties.

Key words: dielectrics, electret-thermal analysis, thermostimulated currents.

Для обеспечения эффективности учебного процесса при получении высшего образования по специальностям товароведного профиля содержание многих учебных дисциплин (например, «Методы и средства исследований», «Теоретические основы товароведения», «Товарная экспертиза» и др.) целесообразно дополнить информацией о стандартизированном физическом методе исследования – электретно-термическом анализе (далее по тексту – ЭТА). Изучение основ ЭТА и практический опыт интерпретации результатов позитивно повлияет на компетенции обучающихся.

Метод ЭТА используется в физике диэлектриков для оценки распределения в веществе носителей электретного (поляризационного) заряда и регистрации в нем отличного от нуля суммарного электрического момента. Его применение для изучения поляризационного заряда в диэлектриках регламентировано стандартом [1]. Сущность метода ЭТА состоит в регистрации термостимулированного тока (далее по тексту – ТСТ), возникающего в исследуемом образце вследствие стимулированных нагреванием процессов разупорядочения диполей, высвобождения носителей заряда из ловушек и их движения, упорядоченная составляющая которой формирует термостимулированный ток. Зависимость тока от температуры представляет собой спектр ТСТ, по которому судят о механизмах, ответственных за проявление электретного эффекта [2] – в частности, то или иное расположение экстремумов (токовых пиков) на температурной шкале иллюстрирует распад надмолекулярных или иных структур с высвобождением заряда именно в соответствующем температурном диапазоне.

Изначально метод ЭТА был стандартизирован для полимерных электретов в виде пленок. Этому аспекту посвящен цикл проводимых десятилетиями экспериментально-теоретических исследований, наибольшее представление о сущности и объеме которых можно получить при ознакомлении с концептуальной монографией [3]. В ходе дальнейших исследований было установлено, что ЭТА может быть успешно применен для изучения не только классических электретов, но и любых объектов, которые являются диэлектриками или в которых содержатся диэлектрические компоненты. Исследуемый образец может представлять собой пленку, отрез волокнистой массы, прессованный в таблетку порошок либо каплю жидкости (в том числе, смешанную с порошкообразным носителем во избежание растекания). Следует отметить, что ЭТА имеет перспективы применения в качестве средства анализа в том числе объектов продовольственной группы [4; 5] на том основании, что многие из них содержат вещества диэлектрической природы, которые подчиняются основным закономерностям, изучаемым в физике диэлектриков. Дополняющими ЭТА методами в отношении данных объектов могут выступать стандартные методы оценки качества.

Так, методом ЭТА получен спектр ТСТ хитозана (использован полученный прессованием порошка таблетированный образец этого природного полисахарида) [5]. При выборе объекта исследования учитывали широкую сферу применения хитозана. В частности, производное хитина активно применяется в пищевой промышленности в качестве стабилизатора, консерванта, осветлителя, эмульгатора, структурообразователя. Инновацией медицины XXI века стало использование хирургических нитей и шовных материалов, контактных линз, искусственной кожи на основе хитозана. На его основе создают биоразлагаемые упаковки, а в сельском хозяйстве – стимуляторы роста и средства защиты растений. В текстильной промышленности обработка ткани хитином придает ей бактериостатические свойства. Ассортимент косметической отрасли постоянно расширяется кремами, лосьонами, антистатиками, средствами по уходу за кожей и волосами, зубными пастами на основе хитозана. Сорбционная способность хитина и его производных

используется для очистки воды и промышленных стоков, локализации утечек радиоактивных веществ [6].

Наличие высокоинтенсивных токовых пиков на спектре ТСТ (рис. 1) позволяет отнести хитозан к классу природных электретов. Электретное состояние этого химического соединения обусловлено координационной природой его надмолекулярной структуры и возможностью реализации нескольких конформационных вариаций макромолекул, причем каждая из этих вариаций характеризуется особым взаимным расположением связанных диполей. Именно с указанными конформационными (структурными) вариациями могут быть соотнесены токовые экстремумы, зафиксированные методом ЭТА в диапазонах 60-70 и вблизи 130 °С. Есть основания полагать, что токовый пик в диапазоне 90-95 °С может быть связан с высвобождением сорбированной воды.

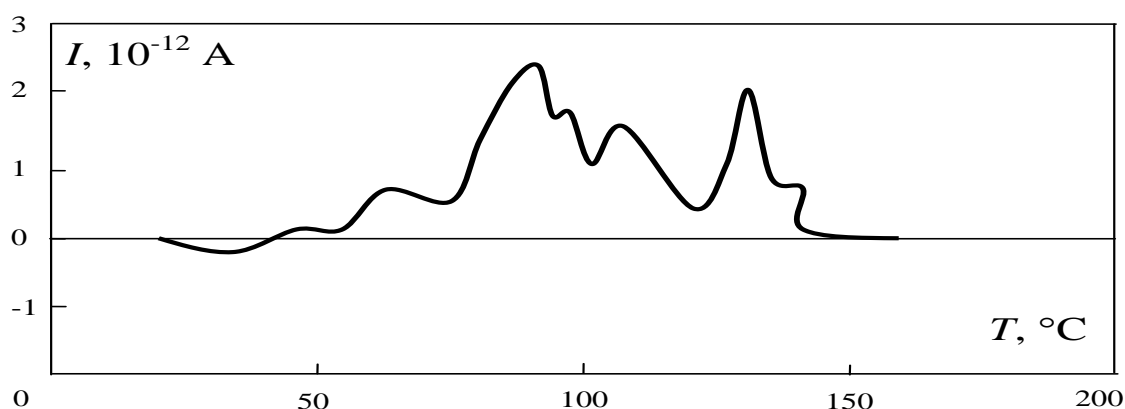


Рисунок 1 – Спектр ТСТ хитозана

Полученные данные могут иллюстрировать характер удерживания электрического заряда и реализации взаимодействий между функциональными группами в природном полисахариде хитозане посредством меж- и внутримолекулярных водородных связей.

Существуют подтвержденные экспериментом данные, что ЭТА также информативен в отношении других объектов, не относящихся к классическим электретам, – крови как системы с координационно связанными поляризуемыми компонентами, синовиальной жидкости как содержащего гиалуронаты и эфиры холестерина компонента смазочной среды суставов, полимерных биodeградируемых композиций на основе крахмала, растительных масел как систем с надмолекулярными образованиями в виде ассоциатов триглицеридов жирных кислот и др. [4; 5; 7-9]. Можно предположить, что построение учебного процесса с учетом необходимости ознакомления с информативным физическим методом исследования (ЭТА) будет способствовать интеграция академической науки и высшего образования и росту компетенции по целому ряду специальностей – от биофизики и биохимии до товароведения и товарной экспертизы.

#### Перечень ссылок

1. ГОСТ 25209-82. Пластмассы и пленки полимерные. Методы определения поверхностных зарядов электретов. Введ. 01.01.82. Москва: Госкомитет СССР по стандартам, 1982. 12 с.
2. Электреты: пер. с англ. / под ред. Г. Сесслера. Москва: Мир, 1993. 487 с.
3. Kestelman N, Pinchuk L. and Goldade V. Electrets in Engineering: Fundamentals and Applications. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. 281 p.

4. Кадолич Ж. В., Зотов С. В. Иллюстрация возможностей электретно-термического анализа для исследования растительных масел. Стандартизация. 2018. № 4, Т. 84. С. 61-68.

5. Кадолич Ж. В., Зотов С. В. Возможности электретно-термического анализа при исследовании полисахаридов и пищевых жиров. Вестник технологического университета. 2018. № 9, Т. 21. С. 16-21.

6. Троцкая Т. П., Апанович З. В., Клишанец Е. Т. Хитин-глюкановый комплекс как биополимер XXI века и потребительские предпочтения его использования в качестве импортозамещающей продукции. Потребительская кооперация. 2016. № 4, Т. 55. С. 63-70.

7. Pinchuk L. S. [et al.] Electret-thermal analysis of blood. Medical Engineering and Physics. 2002. V. 24. PP. 361-364. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1350-4533\(02\)00029-2](https://doi.org/10.1016/S1350-4533(02)00029-2)

8. Пинчук Л. С., и др. Способ диагностики ревматического заболевания. Патент Республики Беларусь, № 9451, 2007.

9. Pinchuk L. S. [et al.]. Electret-thermal analysis to assess biodegradation of polymer composites. Intern. Biodeterioration & Biodegradation. 2004. № 54. PP. 13-18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2003.11.005>

### **ЗМІСТ ТА СТРУКТУРА ЕКОНОМІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В СИСТЕМІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ З ТОВАРОЗНАВСТВА ТА ЕКСПЕРТИЗИ В МИТНІЙ СПРАВІ**

**М. М. Морозова**

доцент кафедри товарознавства, торговельного підприємництва та експертизи товарів, к.п.н.  
Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», Україна, м. Старобільськ

Анотація: Проаналізовано передумови та розглядаються напрями формування економічної компетентності як складника професійної компетентності майбутніх бакалаврів з товарознавства та експертизи в митній справі.

Ключові: економічна компетентність, професійна компетентність, компоненти, заклад вищої освіти, підготовка, здобувачі вищої освіти.

Abstract. The article analyzes the prerequisites and considers the directions of formation of economic competence as a component of professional competence of future bachelors in commodity science and expertise in customs.

Key features: economic competence, professional competence, components, institution of higher education, training, applicants for higher education.

Основою професійної компетентності майбутніх бакалаврів підприємництва, торгівлі та біржової діяльності освітньої програми «Товарознавство та експертиза в митній справі» є система компетенцій, яка визначена Стандартом вищої освіти України [1] та відповідними освітніми програмами, що розробляються закладами вищої освіти для забезпечення професійної підготовки фахівців означеного профілю. Важливо відзначити, що кожна компетенція являє собою загал теоретичних знань, практичних навичок та вмінь, а також ціннісні орієнтири, відповідальність, готовність до реалізації власного потенціалу в майбутній професійної діяльності та професійного зростання.

Здобувач першого бакалаврського рівня освітньої програми «Товарознавство та експертиза в митній справі» має бути спроможним володіти не лише безпосередніми професійними уміннями, але й опосередкованими економічними вміннями та навичками, які стануть в нагоді у майбутній товарознавчій та експертній діяльності. Насамперед він має самостійно виконувати експертизи товарно-матеріальних цінностей і таким чином вміти