

## Литература

1. Авлиякулов, А. К. Практико-ориентированное обучение при организации дуальной системы образования / А. К. Авлиякулов, Н. С. Ходжаев // Процветание науки. – 2021. – № 1 (1). – С. 58–67.
2. Дзюба, Т. И. Дуальное образование как фактор формирования профессиональных компетенций / Т. И. Дзюба, А. А. Васильев // Теория права и межгосударственных отношений. – 2021. – Т. 2. – № 7 (19). – С. 413–417.
3. Дуальное образование как способ оптимизации системы профессионального образования / Н. И. Лаврикова, В. А. Котельников, Е. А. Никитина, В. И. Лавриков // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2023. – № 2 (99). – С. 240–245.
4. Терещенкова, Е. В. Дуальная система образования как основа подготовки специалистов / Е. В. Терещенкова // Концепт. – 2014. – № 04 – С. 41–45.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ И ВУЗОВСКОЙ НАУКИ  
В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ**

**Ж. В. Кадолич**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь»*

**С. В. Зотов**

*Государственное научное учреждение «Институт механики  
металлополимерных систем имени В. А. Белого  
Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель*

На современном этапе развития сферы высшего образования, характеризующемся предельной объективизацией и визуализацией предмета изучения, не вызывает сомнения необходимость развития исследовательского подхода к обучению с целью развития у обучающихся навыков аналитического мышления, а также достижения их максимально возможной вовлеченности в научную работу. Опора на опыт и достижения академической науки – необходимое условие обеспечения качественного образовательного процесса, предполагающего, прежде всего, практическую ориентированность умений, знаний и навыков, а также непосредственное ознакомление обучающихся с современными методами исследования. Это является залогом подготовки специалиста с высоким уровнем знаний и творческим потенциалом [1, 2].

В процесс обучения включено множество методов исследования, которые различаются по степени важности и сложности. В существующем многообразии методов исследований многие методики являются классическими, входящими в учебные программы на протяжении ряда лет. Выбор метода исследования – сложная аналитическая задача. Формирование в процессе обучения теоретических и практических знаний необходимо не только для ориентирования обучающихся в номенклатуре методов исследований, но и для обоснованного (в случае необходимости) выбора метода, который отвечает поставленной задаче. Важно также понимать, что в современном мире подобные знания необходимы не только тем, чья жизнь связана с научной работой. Универсальные умения и навыки исследовательского поведения требуются в самых разных сферах жизни.

Цель настоящей работы – продемонстрировать возможности применяемого в физике диэлектриков метода электротно-термического анализа (ЭТА) для обеспечения эффективности учебного процесса при получении высшего образования.

Изначально метод ЭТА (рис. 1) был стандартизирован для полимерных электретов в виде пленок. Этому аспекту посвящен цикл проводимых десятилетиями экспе-

риментально-теоретических исследований, наибольшее представление о которых можно получить при ознакомлении с концептуальной монографией [3]. Сущность метода ЭТА состоит в регистрации тока, возникающего в образце вследствие стимулированных нагреванием разупорядочения диполей, высвобождения носителей заряда из ловушек и их движения. Токовые пики являются свидетельством протекания в исследуемых объектах процессов электрической деполяризации. Авторы работ [4, 5, 8, 9, 11] утверждают, что к настоящему времени при условии взаимодействия специалистов академической и вузовской науки методом ЭТА изучена релаксация поляризационного заряда в не относящихся к классическим электретам веществах (кровь, растительные масла, синовиальная жидкость и др.), находящихся в различных фазовых состояниях. 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). Для создания регулируемого зазора между образцом и верхним электродом применяют отоженную пленку из электрически инертного в диапазоне 20–180 °С политетрафторэтилена (ПТФЭ), либо (для некоторых жидкостей) используют особую конструкцию нижнего электрода.

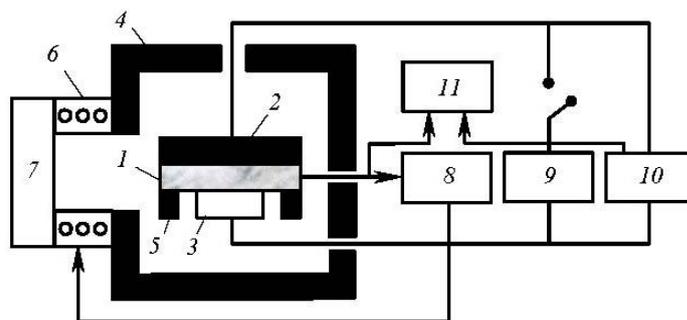


Рис. 1. Блок-схема установки для проведения термостимулированной деполяризации:

- 1 – образец; 2 и 3 – измерительные электроды; 4 – измерительная камера;  
 5 – охранный электрод; 6 – нагреватель; 7 – система охлаждения;  
 8 – регулятор температуры; 9 – вольтметр; 10 – усилитель;  
 11 – устройство вывода результатов

В качестве объекта исследований методом ЭТА рассмотрим сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), который чаще всего используется либо для полимерных деталей, работающих в экстремальных температурных условиях Крайнего Севера, либо для изготовления деталей медицинского назначения. Среди последних известны вкладыши чашки эндопротезов суставов (например, тазобедренного), в которых, в частности, может быть создан поверхностный микропористый слой, с помощью которого регулируются режимы трения в эндопротезах и снижается интенсивность усталостного изнашивания [5]. Поскольку значительную роль в трении имеет биоэлектретное состояние естественной смазочной – синовиальной – среды сустава [6, 7], на вкладышах из СВМПЭ был создан электретный заряд, моделирующий биофизический потенциал естественных суставов и длительно сохраняющийся при трении. Методом ЭТА установлено (рис. 2), что пики на спектрах ТСТ полимерных образцов в диапазонах 40–50 °С и 130–155 °С соответствуют температурным

переходам в СВМПЭ, сопровождающимся перестройкой надмолекулярной структуры (в первом случае) и плавлением (во втором случае). Токовые пики претерпевают некоторые изменения интенсивности после трения образцов СВМПЭ без смазки или в среде синовиальной жидкости.

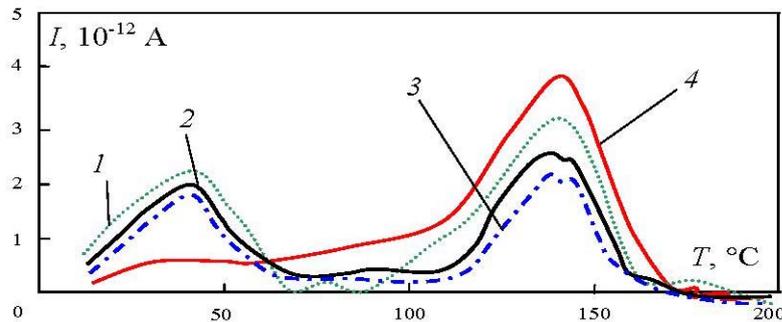


Рис. 2. Спектры термостимулированных токов термоэлектретов на основе СВМПЭ, подвергнутых трению ( $P = 2$  МПа,  $v = 0,1$  м/с):  
1 – исходный; 2, 3 – после трения без смазки в течение 0,5 и 1,5 ч соответственно;  
4 – после трения в синовиальной жидкости в течение 2 ч

Таким образом, на основании данных ЭТА оказалось возможным в определенной мере судить о закономерностях трения и изнашивания полимерной детали эндопротеза. Можно предположить, что при изучении материалов трения на основе СВМПЭ методом, дополняющим ЭТА, может выступать трибологическое исследование этих материалов в различных парах трения и в различных смазочных средах.

По итогам представленной выше информации можно сформулировать вывод о том, что для обеспечения эффективности учебного процесса при получении высшего образования содержание многих учебных дисциплин (например, «Методы исследований материалов и изделий», «Методы и средства исследований», «Основы научных исследований и инновационной деятельности», «Товарная экспертиза», «Продовольственная безопасность», «Материаловедение», «Биоматериаловедение и инжиниринг тканей» и др.) целесообразно рекомендовать дополнить информацией о стандартизированном [10] методе исследования – методе ЭТА и о диапазонах его практической применимости. С помощью метода ЭТА можно получить данные в виде спектров термостимулированных токов, интерпретируемых как токовый отклик на физико-химические изменения в объектах исследования и описываемых с помощью методологии и доступного понятийного аппарата физики и физической химии. Данный физический метод исследования целесообразно применять комплексно: во-первых, не только для классических электретов, и, во-вторых, используя сопоставление результатов с данными, полученными другими методами [11].

#### Литература

1. Алексеенко, Т. С. Образование как основное стартовое условие инновационного типа экономического роста / Т. С. Алексеенко, И. В. Алексеенко // Инновационные технологии в бизнес-образовании : сб. науч. ст. Междунар. весеннего форума / Белорус. торг.-экон. ун-т потреб. кооперации. – Гомель, 2008. – Ч. 1. – С. 175–179.
2. Болотов, В. А. Система оценки качества образования : учеб. пособие для вузов / В. А. Болотов, Н. Ф. Ефремова. – М. : Логос, 2007. – 263 с.
3. Kestelman, V. Electrets in Engineering: Fundamentals and Application / V. Kestelman, L. Pinchuk, V. Goldade. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 2000. – 281 p.

4. Физический метод электретно-термического анализа / С. В. Зотов, Ж. В. Кадолич, Е. А. Цветкова, А. Г. Кравцов // Доклады НАН Беларуси. – 2022. – Т. 66, № 6. – С. 638–648.
5. Кадолич, Ж. В. Физическое модифицирование сопряжений полимер–металл для повышения их износостойкости на основе моделирования биофизических свойств естественных суставов : дис. ... канд. техн. наук : 01.04.07 / Кадолич Жанна Владимировна ; Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2002. – 212 с.
6. Павлова, В. Н. Синовиальная среда суставов / В. Н. Павлова. – М. : Медицина, 1980. – 296 с.
7. Жидкие кристаллы в технике и медицине / С. Ф. Ермаков, В. Г. Родненков, Е. Д. Белоенко, Б. И. Купчинов. – Минск : ООО «Асар» ; М. : «ЧеРо», 2002. – 412 с.
8. Tribology and Biophysics of Artificial Joints / L. S. Pinchuk, V. I. Nikolaev, E. A. Tsvetkova, V. A. Goldade. – Kidlington, Oxford Joints : Elsevier Ltd., 2006. – 350 p.
9. Electret-thermal analysis of blood / L. S. Pinchuk, V. A. Goldade, G. M. Sessler [et al.] // Medical Engineering and Physics. – 2002. – Vol. 24. – P. 361–364.
10. Пластмассы и пленки полимерные. Методы определения поверхностных зарядов электретов : ГОСТ 25209-82. – Введ. 08.04.1982. – М. : Гос. ком. СССР по стандартам. – 15 с.
11. Методология и методы научных исследований : учеб. пособие / И. Ю. Ухарцева, Е. А. Цветкова, Ж. В. Кадолич, С. В. Зотов. – Минск : РИВШ, 2022. – 276 с.

## КАДРЫ ДЛЯ ИНДУСТРИИ: МОДЕЛЬ НЕПРЕРЫВНОГО ТРЕХУРОВНЕВОГО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**В. В. Кириенко**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Современные реалии индустриально-промышленного производства требуют современных подходов к решению проблем подготовки кадров индустрии – профессионалов всех уровней. Представленная трехступенчатая модель организации подготовки кадров (рис. 1) применима для отраслей промышленности, структура которых предполагает трехуровневую профессионально-квалификационную структуру: рабочие, техники, инженеры.



*Рис. 1. Концептуальная трехуровневая модель  
подготовки специалистов для предприятий  
индустриально-промышленного сектора экономики*

Итак, абитуриент, выбравший для себя индустриально-промышленный сектор экономики, после прохождения необходимых процедур зачисляется на первый курс технического университета. В течение первого года он овладевает компетенциями, предусмотренными для уровня профессионально-технического образования и получает диплом квалифицированного рабочего: токаря, фрезеровщика, слесаря-