

В первом случае, происходит дополнительное расширение логических соотношений между состояниями бортовой аппаратуры КА S и стратегиями управления $U(t)$. Далее осуществляется управление КА в зависимости от сложившейся ситуации, т.е. вырабатываются заранее не определенные стратегии управления $U(t)$.

Сформулируем основные принципы формирования логических заключений в процессе управления КА в нештатных ситуациях:

а) Создание и периодическое наполнение базы данных полетной информации.

б) Формирование дополнительных решающих базовых правил.

в) Проектирование базы знаний, включающей в себя базу данных и решающие правила. Поэтапное ее наполнение путем идентификации вновь возникших ситуаций.

г) Создание и развитие машины логических заключений.

Исходные данные, поступающие в базу знаний, включают в себя: информацию о состоянии бортовых систем и сведения о планируемой программе работы КА.

База знаний включает в себя базу данных - программную структуру, содержащую множество событий S в виде объектов, атрибутов и их значений и правила, устанавливающие соотношения между событиями S и действиями U в виде: "Если S , то U ".

Выходной информацией является набор правил, относящихся к воздействиям на так называемые "проблемные" элементы КА. Кроме того, машина логических заключений выполняет функции анализа содержания и выработки требований к базе знаний.

Выходной информацией являются рекомендации для принятия решения формируются в виде программы командных воздействий на КА.

Заключение

Предложен новый методологический подход к автоматизированной выработке рекомендаций по принятию управленческих решений при устранении нештатных ситуаций в работе бортовой аппаратуры КА, основанный на формировании технологических циклов управления с использованием элементов искусственного интеллекта и поэтапном накоплении базы знаний и последующей идентификацией вновь возникающих нештатных ситуаций.

ТУННЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ И ПРОТОННАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Тимохин В.М.

*Морская государственная академия
имени адмирала Ф.Ф.Ушакова
Новороссийск, Россия*

При исследовании спектров термостимулированных токов деполяризации (ТСТД) ряда электротехнических материалов (слюд флогопита и мусковита, онотского талька и полученной из него стеатитовой керамики, а также кристаллов иодата лития, применяемого в лазерных технологиях и оптоволоконных линиях связи) обнаружено 7 максимумов. В результате прокаливания и легирования образцов кислотой HCl и щёлочью NH_4OH определены релаксаторы, ответственные за их появление, и их параметры, а именно, H_3O^+ , OH^- , комплексы VL и VD (вакансия + L или D дефекты), молекулы кристаллизационной и адсорбированной воды. На спектрах $tg\delta(v,T)$ впервые обнаружено 5 температурных максимумов, причём низкотемпературный максимум при $T=90K$ дал энергию активации $(0,02-0,03)эВ$, что оказалось даже ниже, чем для аналогичного максимума спектра ТСТД, где было получено $0,05эВ$. Исследования проводились по методике и на установке, защищённые патентом [1].

Вклад электронной проводимости при низких температурах, очевидно, очень мал, т.к. ширина запрещённой зоны в этих материалах равна $(4-6)эВ$. Чисто протонной проводимости здесь тоже нет, так как температурный спектр удельной электропроводности показал наличие двух наклонов для зависимости $\ln\gamma = f(10^3/T)$, которые, судя по энергии активации, объясняются миграцией дефектов H_3O^+ и OH^- , причиной появления которых является прыжковая диффузия и туннелирование протонов через кристаллическую решётку между слоями воды и слоями силикатных (в слюдах и тальке) SiO_4^{4-} ионов [2,3]. Протоны согласно статистической модели совершают быстрые перебежки туда и обратно между двумя устойчивыми положениями вдоль водородной связи. В результате колебаний соседних ионов SiO_4^{4-} может возникнуть такая ориентация, при которой потенциальный барьер сужается и облегчается туннельный переход протона между этими ионами.

Экспериментально туннельный эффект проявляется в момент, когда максимум $tg\delta(v,T)$ прекращает смещаться к низким частотам при

понижении температуры материала. Это выражается в том, что время релаксации остаётся постоянным. Температура проявления туннельного эффекта является характеристикой материала, например, для сульфата кальция (природного) $T_{\text{тунн}}=124\text{К}$, для прокалённого $T_{\text{тунн}}=145\text{К}$, для талька (природного) $T_{\text{тунн}}=112\text{К}$, для прокалённого $T_{\text{тунн}}=125\text{К}$, для иодата лития (природный) $T_{\text{тунн}}=175\text{К}$. Интересным представляется точное совпадение температур максимумов на спектрах термостимулированной люминесценции (ТСЛ), полученных после облучения рентгеном, и ТСТД, то есть одни и те же релаксаторы являются причиной появления максимумов ТСЛ и ТСТД, что полностью подтверждает наши вы-

воды о природе релаксационных процессов в изученных материалах.

В квантовой механике для микроскопических частиц должен выполняться принцип неопределённости. Неопределённость координаты равна ширине барьера $\Delta x = d$, следовательно, импульс определяется с неопределённостью $\Delta p \geq \frac{\hbar}{d}$. Тогда можно оценить неопределённость энергии $\Delta E = \frac{(\Delta p)^2}{2m}$. Известно, что вероятность найти частицу на определённом участке барьера равна квадрату волновой функции [4]

$$\psi^2 = a^2 \exp\left(-\frac{2d}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)}\right)$$

Поэтому частицу можно найти внутри барьера при условии, когда показатель экспоненты равен единице, то есть

$$\frac{2d}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)} \approx 1$$

или

$$\frac{\hbar}{d} = 2\sqrt{2m(U-E)}$$

Отсюда

$$\frac{(\Delta p)^2}{2m} \geq 4(U-E)$$

или тем более

$$\left(\frac{\hbar}{d}\right)^2 \frac{1}{2m} \angle 4(U-E). \quad (1)$$

Опыт показал, что при $T=100\text{К}$ $U=0,05\text{эВ}$, а максимум 1 в спектре ТСТД появляется при напряжённостях поляризующего электрического поля порядка $(1-5) \cdot 10^6\text{В/м}$. То есть протон получает достаточную энергию для преодоления барьера туннельным способом. В этом случае получаем из выражения (1) $0,0021 \angle 0,035$. Следовательно, возмож-

ность обнаружения протона справа от барьера не противоречит закону сохранения энергии.

Решение уравнения Шрёдингера для прямоугольного барьера конечной ширины [4] позволяет получить вероятность обнаружения частицы внутри барьера, т.е. коэффициент прозрачности барьера.

$$D = \psi_1 \psi_2 = a^2 \exp\left(-\frac{2d}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)}\right), \text{ где } a=2.$$

$$D = 4 \exp\left(-\frac{2 \cdot 10^{-10}}{1,055 \cdot 10^{-34}} \sqrt{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} (0,05 - 0,015)} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\right) = 0,0011.$$

Следовательно, через барьер туннелируют 0,11% падающих на него протонов, а это вполне заметная величина, если учесть доста-

точно большую концентрацию протоносодержащих дефектов H_3O^+ , OH^- , H_2O и самих протонов, что составляет величину более 10^{19} м^{-3} .

Опыт подтвердил, что сила тока максимума №1 ТСТД имеет величину (10^{-15} - 10^{-14})А. Из спектров $\text{tg}\delta$ энергия активации низкотемпературного максимума при 90К равна (0,02-

0,03)эВ. Т.е. в этом случае вероятность туннелирования протонов будет ещё больше. Для барьера параболической формы коэффициент прозрачности можно выразить формулой

$$D = a^2 \exp\left(-\frac{2}{\hbar}\right) \sqrt{2m} \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{(U(x) - E)} dx .$$

Но здесь зависимость гораздо сложнее, например,

$$U(x) = \lambda(x^2 - d^2)^2 ,$$

где $\lambda = \frac{m\omega^2}{8d^2}$ - постоянный параметр, d - ширина барьера. В этом случае ширина барьера в верхней части уменьшается, что сильно влияет на его прозрачность в сторону увеличения.

Таким образом, теоретически и экспериментально доказана возможность туннелирования протонов [5] и протонно-ионная проводимость в исследованных материалах. Исследование механизмов диэлектрической релаксации и электропроводности этих материалов позволило разработать диагностику типа и концентрации дефектов и нанотехнологию получения и диагностики протонных проводников и полупроводников n - и p -типа на базе материалов с водородными связями в результате легирования их примесями типа HCl , NH_4OH , диагностика которых проводится по спектрам ТСТД, $\text{tg}\delta(\nu, T)$ и электропроводности [6]. Это позволило решить одну из актуальных фундаментальных проблем науки и практики по диагностике электротехнических материалов в агрессивных средах и при низких температурах, что привело к разработке ряда практических технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимохин, В.М. Пат. №2348045 РФ МПК G 01N 27/00. Многофункциональное устройство для исследования физико-технических характеристик полупроводников, диэлектриков и электроизоляционных материалов. – №2007116909/28; заявл. 04.05.2007; опубл. 27.02.2009, Бюл.№6.
2. Тимохин, В.М. Механизм диэлектрической релаксации и протонная проводимость в наноструктуре α - LiIO_3 . Известия вузов. Физика. Томск. СФТИ.- 2009. -№ 3. -С.46-50.
3. Тимохин, В.М. Диэлектрическая спектроскопия изоляционных и оптических материалов судовых машин и автоматики. – Новороссийск: РИО НГМА, 2005. – 152с.

4. Шпольский, Э.В. Атомная физика.- М.: Наука,1974.-575с.

5. Тимохин, В.М. Пат. №2347216 РФ МПК G 01N 27/00, G 01N 25/00. Способ определения температуры появления туннельного эффекта в диэлектриках и электроизоляционных материалах.-№2007100756/28; заявл. 09.01.2007; опубл. 20.02.2009, Бюл.№5.

6. Тимохин, В.М. Пат. №2360239 РФ МПК G 01N 27/20. Способ получения протонной проводимости в кристаллах и электроизоляционных материалах. – №2007144056/28; заявл. 27.11.2007; опубл. 27.06.2009, Бюл. №18.

АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Цветков В.Я., Булгаков С.В.

*Московский государственный университет
геодезии и картографии
Москва, Россия*

В современных информационных технологиях широко применяют комплексы аппаратно программных средств, которые образуют сильно, средне или слабо - связанные совокупности. Иногда одно техническое средство, может служить надстройкой для другой или входит в состав инфраструктуры другого технического средства или другой системы. Довольно часто информационные, включая геоинформационные системы, имеют свою специфическую инфраструктуру. Возникает ряд вопросов, как определить наличие инфраструктуры информационной системы? Как отличить простую связь разных систем от инфраструктуры? Какая из связанных систем входит в инфраструктуру другой?

В настоящее время анализ информационных объектов и программ осуществляют с использованием трех основных подходов: описательного (дескриптивное), коррелятивного и казуального. Каждый подход определяет соответствующий тип исследования и анализа.