

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КРАТКОСРОЧНОГО ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕВОЗКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

### RESULTS EXPERIMENTAL RESEARCH THERMOELECTRIC SYSTEMS FOR SHORT-TERM STORAGE AND TRANSPORTATION OF BIOLOGICAL MATERIAL

*I. Mispahov*

#### Annotation

Based on the developed experimental stand, a series of experiments that make it possible to judge the adequacy of the mathematical model of thermoelectric system for short-term storage and transportation of biomaterials.

The main task during the experimental studies of the prototype system is to determine the dependence of temperature changes at different points of the object on the time for fixed values of the supply current of the thermoelectric battery (TEB), using various kinds of fillers compartments with biological material, as well as varying ambient temperatures. Important is the comparison of the experimental and theoretical data to verify the adequacy of the mathematical model.

The research results are presented as graphs of temperature changes simulated biological material in time for different values of currents of single-stage and two-stage power TEB and depending on the temperature change of a biological object in time at various ambient temperatures.

**Keywords:** storage and transport, biological material, thermoelectric battery, thermoelectric system.

*Миспахов Играмидин Шарафидинович*

*Ст. преподаватель,*

*ФГБОУ ВО "Дагестанский государственный  
технический университет"*

#### Аннотация

На основе разработанного экспериментального стенда был проведен ряд опытов, дающих возможность судить об адекватности математической модели термоэлектрической системы для краткосрочного хранения и перевозки биоматериалов.

Основной задачей при проведении экспериментальных исследований опытного образца системы являлось определение зависимости изменения температуры в различных точках исследуемого объекта от времени при фиксированных значениях тока питания термоэлектрических батарей (ТЭБ), использовании различного рода наполнителей отсеков с биологическим материалом, а также изменяющихся значений температуры окружающей среды. Важным являлось сравнение полученных экспериментальных данных с теоретическими с целью проверки адекватности математической модели.

Результаты исследований представлены в виде графиков зависимости изменения температуры имитатора биологического материала во времени при различных значениях тока питания однокаскадной и двухкаскадной ТЭБ, а также зависимости изменения температуры биологического объекта во времени при различных величинах температуры окружающей среды.

#### Ключевые слова:

Хранения и перевозки, биологический материал, термоэлектрическая батарея, термоэлектрической системы.

Основной задачей при проведении натурных испытаний опытного образца термоэлектрической системы (ТЭС) являлось определение закономерности изменения температуры в контрольных точках системы во времени при определенных значениях силы тока питания ТЭБ, применении различного рода наполнителей камер с биоматериалом и изменяющихся условий окружающей среды.

Осуществлялось сравнение полученных результатов измерений с расчетными данными для проверки правильности математической модели.

В процессе проведения эксперимента получены данные о температуре имитатора биоматериала в контрольных точках приведена на **рис.1**, а также изменении ее значения во времени при различных величинах тока питания двухкаскадной ТЭБ приведена на **рис.2-3**.

Указанные зависимости позволили оценить значения температурных уровней хранения биоматериалов при применении конкретного типа ТЭБ. В соответствии с результатами эксперимента повышение тока питания каждой из ТЭБ до его максимального значения уменьшает температуру биологического материала.

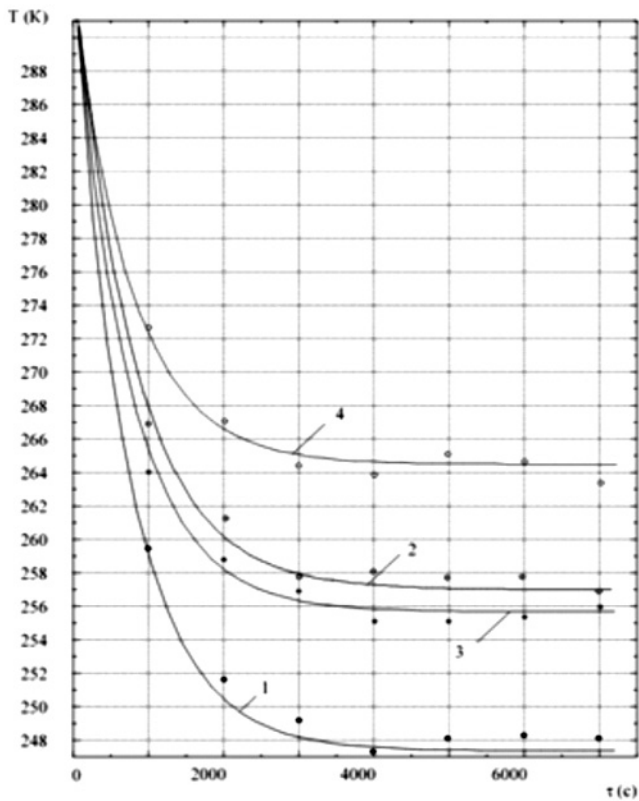


Рис. 1. Временной ход температуры в контрольных точках макета ТЭС (ток питания однокаскадной ТЭБ 5А, двухкаскадной ТЭБ - 8А)  
 1 - холодный спай двухкаскадной ТЭБ, 2 - имитатор биоматериала, охлаждаемый двухкаскадной ТЭБ, 3 - холодный спай однокаскадной ТЭБ, 4 - имитатор биоматериала, охлаждаемый однокаскадной ТЭБ

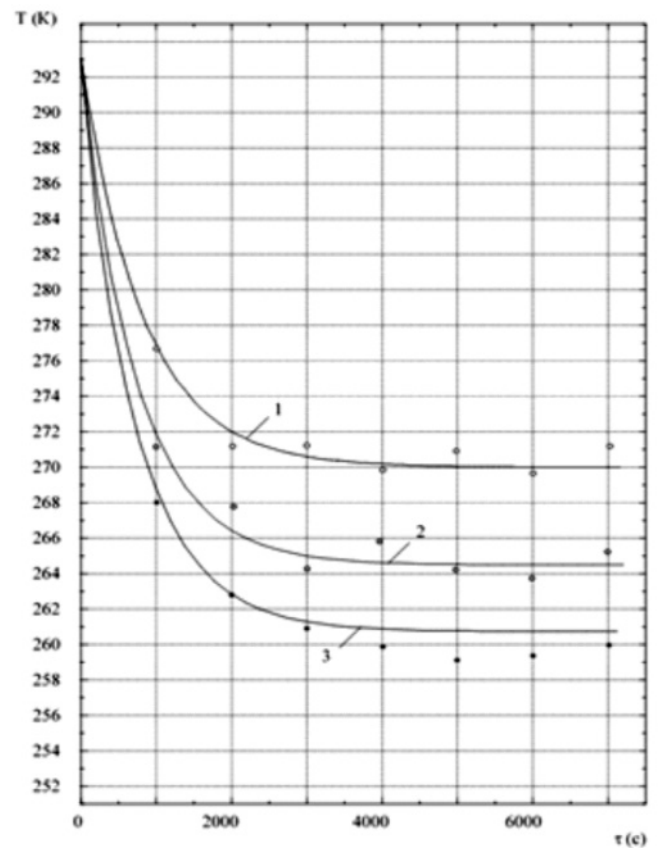


Рис. 3. Временный ход температуры имитатора биоматериала для различных токов двухкаскадной ТЭБ 1 - 1= 3 А, 2-1= 5 А, 3 - 1= 7 А

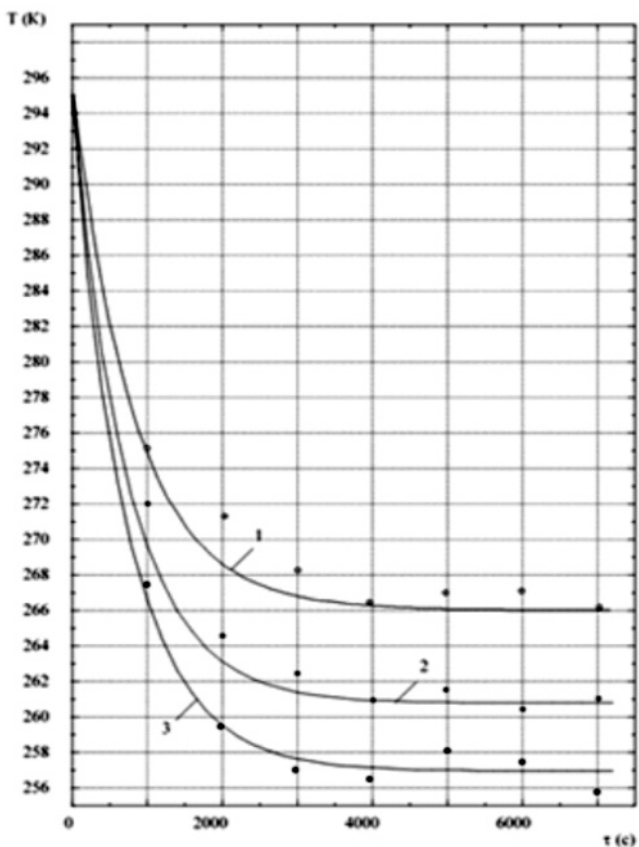


Рис. 2. Временный ход температуры имитатора биоматериала для различных токов двухкаскадной ТЭБ 1 - 1= 4 А, 2-1=6 А, 3 - 1=8 А

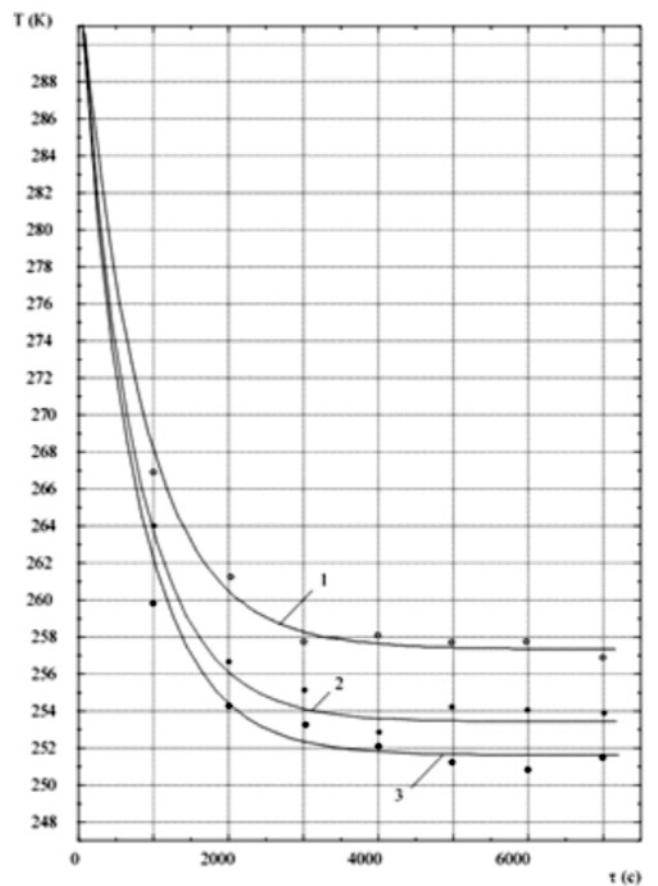


Рис. 4. Временный ход температуры имитатора биоматериала для различных токов двухкаскадной ТЭБ 8 А и различных наполнителях

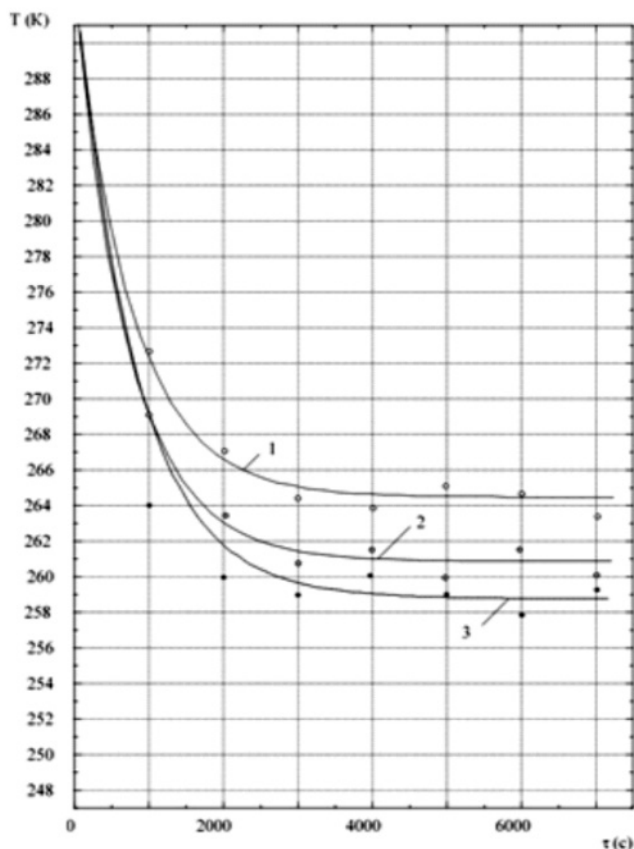


Рис. 5. Временной ход температуры имитатора биоматериала для различных токов однокаскадной ТЭБ 5 А и различных наполнителях

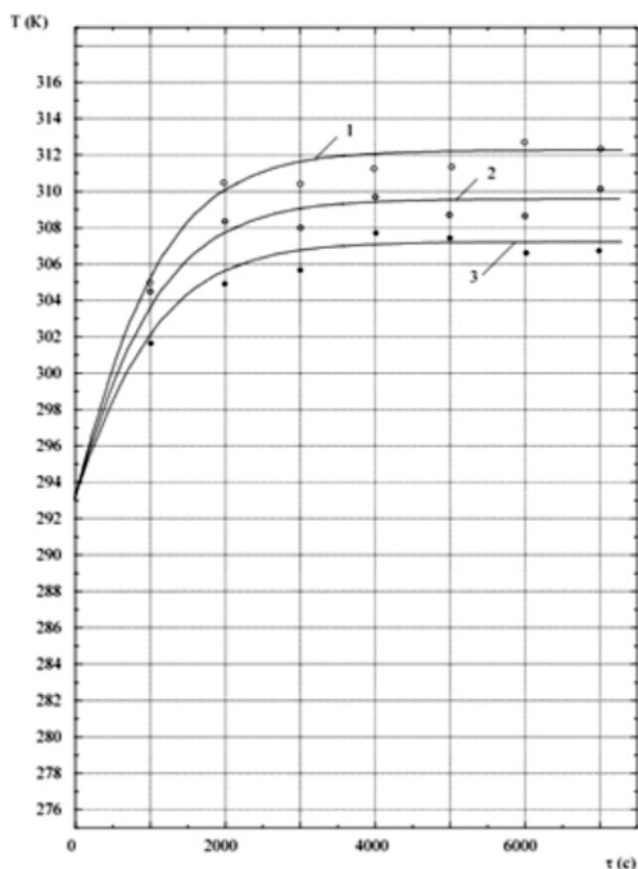


Рис. 6. Временной ход температуры горячего спая ТЭБ при различных токах двухкаскадной ТЭБ 1-3 А, 2-1=5 А, 3 - 1=7 А

Так, увеличение силы тока питания двухкаскадной ТЭБ с 4 до 8 А понижает температуру биоматериала с 266 до 257 К, для однокаскадной ТЭБ повышение тока питания с 3 до 7 А уменьшает температуру биоматериала с 270 до 261 К. [1].

На температурный режим биологического материала сильно влияет теплообмен в соответствующем отсеке для его хранения. При отсутствии наполнителей в контейнере для хранения биологической субстанции в основном имеет место естественный конвективный теплообмен между холодными стенками контейнера и биоматериалом. Соответственно в системе имеет место значительная разность температур между рабочими (холодными) спаями ТЭБ и биологическими материалами. Для уменьшения ее величины рациональным является использование различного рода наполнителей, дающих возможность интенсифицировать теплообмен в отсеке. В качестве наполнителей были рассмотрены сотовые конструкции, выполненные из меди и алюминия, вводимые в пространство отсека для хранения биологического материала. В соответствии с измерениями, результаты которых показаны на рис.4–5, введение данных наполнителей в отсеки с биологическим материалом существенно снижает разность температур между ними стенками камеры и биологическим объектом.

Так, использование сотовой конструкции из алюминия уменьшает температуру имитатора биологического материала на 4,5 К, сотовой конструкции из меди – примерно на 6,5 К по сравнению с применением ТЭС без них. Из результатов измерений следует полное соответствие теоретических выкладок практике, говорящих о необходимости увеличения коэффициента теплоотдачи в камере ТЭС для хранения биологических субстанций. В случае, когда нет существенных ограничений по массогабаритным показателям конструкции ТЭС, наиболее приемлемым вариантом будет являться заполнение пространства камеры системы медной, либо алюминиевой крошкой.

Надежная и бесперебойная работа ТЭС во многом будет зависеть от эффективности съема теплоты с опорных спаев ТЭБ. С этой целью на экспериментальном стенде сняты и представлены на рис.6. данные об изменении температуры ребристого радиатора, отводящего теплоту от ТЭБ, во времени для различных значений тока питания последней.

В соответствии с полученными данными следует, что значение температуры горячих спаев ТЭБ находится в вполне приемлемых пределах для применяемого типа (при силе тока питания двухкаскадной ТЭБ, равном 7 А, температура ее горячего спая составляет приблизительно 312 К). Указанное обстоятельство определяет наличие достаточно эффективного съема теплоты в рассматриваемых условиях с горячих спаев ТЭБ и дает возмож-

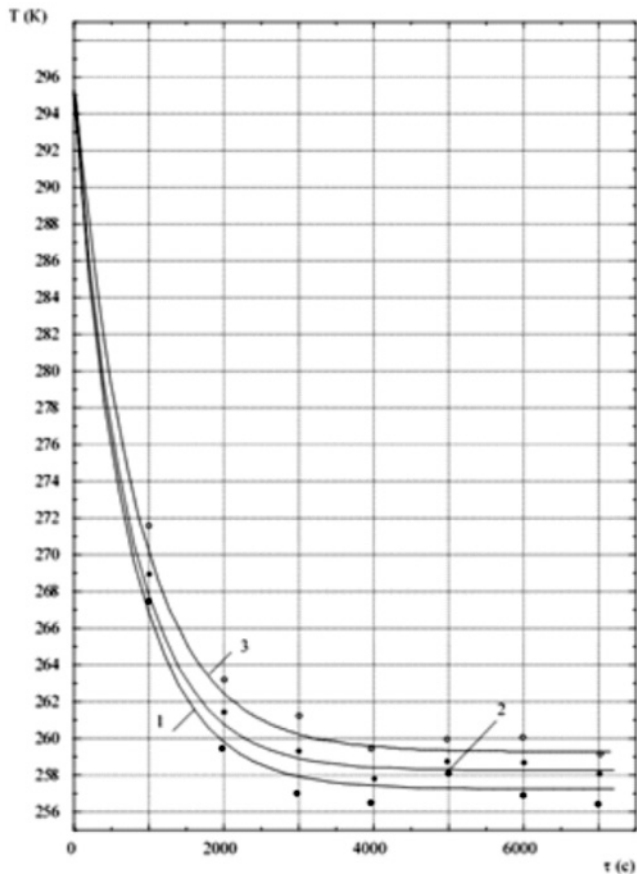


Рис. 7. Временной ход температуры биоматериала при токе двухкаскадной ТЭБ 8 А и различных температурах окружающей среды 1 -  $T_{ср}=293$  К. 2 -  $T_{ср}=303$  К. 3 -  $T_{ср}=313$  К.

ность говорить о надежной работе созданной системы при перевозке биоматериала.

Получены зависимости, отражающие изменение температуры имитатора биологического объекта во времени при различных величинах температуры окружающей среды, изображены на рис.7.

В соответствии с приведенными данными, повышение температуры окружающей среды на 10 К увеличивает температуру охлаждаемого биоматериала не более, чем на 1 К при использованном виде теплоизоляции. Указанное обстоятельство позволяет сделать вывод об отсутствии применения специальных мер для обеспечения тепловой изоляции ТЭС.

По результатам экспериментов проведено сопоставление расчетных и экспериментальных данных. На рис. 1–7 помимо экспериментальных точек представлены также и результаты теоретических изысканий. Представленные данные определяют приемлемую точность математической модели ТЭС. Наибольшая разница между расчетом и экспериментом не превышает 7,5 С. Максимальное отклонение теоретических данных от эксперимента находится в промежутке времени, ограниченном выходом системы в стационарный режим, что определяется условиями окружающей среды, а также не идеальностью тепловой изоляции и разбросом параметров ТЭБ и измерительной аппаратуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Миспахов, И.Ш. Экспериментальные исследования термоэлектрической системы для краткосрочного хранения и перевозки биологического материала / Т.А. Исмаилов, И.Ш. Миспахов, О.В. Евдулов, М.А. Хазанова // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2013. – № 31. – С. 7–13.

© И.Ш. Миспахов, (igram.mispahov@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».



Образовательный центр  
"Языки и культуры  
мира"

Открыт набор на  
языковые курсы  
[www.wlc.vspu.ru](http://www.wlc.vspu.ru)