

Для учителей физики и учащихся, интересующихся физикой, в Санкт-Петербурге в апреле 2010 года прошел фестиваль «Физический фейерверк». Фестиваль организовали физико-механический факультет Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, факультет физики Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена и ГОУ средняя школа 210 Центрального района Санкт-Петербурга.

На ученической конференции фестиваля были представлены разнообразные интересные работы учащихся, проводимые под руководством учителей школ, преподавателей и научных сотрудников вузов. Некоторые доклады были рекомендованы к публикации.

Так, *Юрий Веснин* и *Александр Ротов* (школа 138) выступили с работой «Исследование лобового сопротивления тел разной формы с применением видеонализа» (руководитель работы – И.Я.Филиппова, научный консультант – Н.Н.Филиппов). Использованный ребятами экспериментальный метод видеонализа с помощью программы Multilab позволяет проводить измерения коэффициента лобового сопротивления тел без применения аэродинамической трубы.

*Екатерина Погужельская* (лицей 82) докладывала о своей работе «Исследование баллистического маятника» (руководитель – Д.А.Порохов, консультант – Р.Г.Полозков). Проведенный эксперимент показал, что баллистический маятник надо рассматривать как модель физического, а не математического маятника.

*Александра Шамова* (гимназия 363) выбрала темой своих исследований микроволновую печь (руководитель – О.В.Орлова). Подробнее – в публикуемой ниже статье.

# Микроволновая печь

**А.ШАМОВА**

**КАКОВ ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МИКРОВОЛНОВОЙ ПЕЧИ?**  
Что такое микроволны? Какова природа их возникновения? Какое воздействие они оказывают на биологические ткани и продукты питания? Опасно ли их влияние на здоровье человека? Такие вопросы я поставила перед собой, начав работу над рефератом.

Изобретение микроволновой печи – это изобретение совершенно нового способа приготовления пищи. В 30-х годах XX века одновременно в разных странах велись работы над получением мощных радиоволн сверхвысокочастотного диапазона. Эти радиоволны научились использовать прежде всего в радиолокаторах. В 1945 году американский инженер Перси Спенсер проводил эксперимент с магнетроном – радиолампой, генерирующей радиоволны в СВЧ-диапазоне. По существующей легенде, Спенсер взял несколько зерен кукурузы и поместил их возле магнетрона – через несколько минут из зерен получился попкорн. То же самое он проделал с сырым яйцом. Яйцо, оставшееся снаружи холодным, в центре почти мгновенно вскипело под действием электромагнитных волн. Вскоре фирма, в которой работал Спенсер, получила патент и начала серийное производство устройства под названием «радарная печь». Первая бытовая микроволновая печь появилась на рынке в 1955 году.

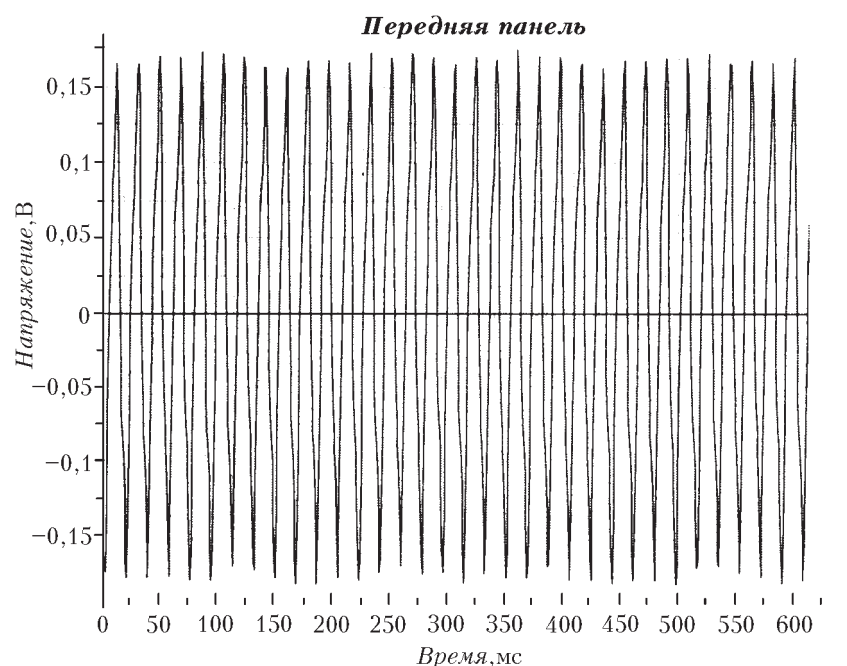
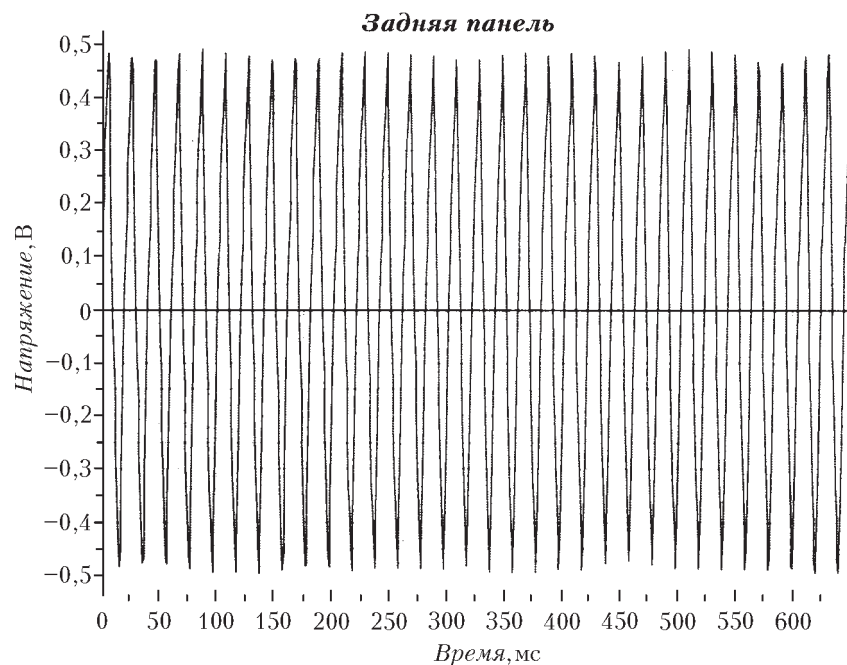
Микроволновая печь устроена так, что в ней энергия электрического тока преобразуется в энергию электромагнитных волн. В бытовых микроволновых печах используются волны, частота которых составляет 2450 МГц. Такая частота выбрана для того, чтобы не создавать помех работе радаров и иных устройств, использующих микроволны. Источником излучения является высоковольтный вакуумный прибор – магнетрон. Для охлаждения магнетрона рядом с ним имеется вентилятор, непрерывно обдувающий его воздухом. Вентилятор обеспечивает принудительную конвекцию воздуха в полости печи с одновременным его подогревом, что способствует равномерному прогреву продуктов. Микроволны с магнетрона поступают в печь по волноводу – каналу с металлическими стенками, отражающими СВЧ-излучение. Очень важным элементом является дверца печи. Она должна обеспечивать возможность обзора и исключать выход микроволн наружу. Это достигается за счет многослойного «пирога» из стеклянных или пластмассовых пластин. Между пластинами обязательно есть сетка из перфорированного металлического листа. Металл отражает микроволны назад, в полость печи, а маленькие отверстия перфорации (менее 3 мм) не пропускают СВЧ-излучение. По периметру дверцы вмонтирован уплотнитель из диэлектрического материала.

Чтобы нагреть продукт с помощью микроволн, необходимо присутствие в нем дипольных молекул, т.е. таких, на одном конце которых сконцентрирован положительный электрический заряд, а на другом – отрицательный. Таких молекул в пище много – это молекулы жиров, сахаров и воды. В электрическом поле молекулы выстраиваются строго по направлению силовых линий поля – «плюсом» в одну сторону, «минусом» в другую. Стоит полю поменять направление на противоположное, как молекулы тут же переворачиваются на 180°. Поле волны, в котором находятся эти молекулы, меняет полярность 4900000000 раз в секунду! Под действием микроволнового излучения молекулы поворачиваются с бешеной частотой, сталкиваются и ударяются одна о другую. Выделяющееся при этом тепло и служит причиной увеличения температуры пищи. Заметим, что нагрев продуктов происходит в результате прогрева микроволнами поверхностного слоя и дальнейшего проникновения тепла в глубину продукта за счет теплопроводности (как и в обычной духовой печи).

Для микроволнового приготовления пищи совершенно непригодна металлическая посуда. Микроволны не проникают сквозь металл, а отражаются от него. Это может вызвать электрический разряд (дугу) и нанести вред печи. Кроме того, отраженные микроволны могут проходить через стекло дверцы, что небезопасно для здоровья. Напротив, посуду из стекла использовать можно, но при условии, что она выдержит высокую температуру нагрева. Глина и пористая керамика поглощают микроволны, при этом такая посуда задерживает влагу, поэтому нагревается сама, вместо того чтобы пропустить микроволны в пищу.

Хорошо известно, что микроволны не оказывают никакого радиоактивного воздействия на биологические ткани и продукты питания. Помимо того, приготовление пищи при помощи микроволновой печи требует очень небольшого количества жиров, поэтому такой способ приготовления пищи полезнее для здоровья и не представляет для человека никакой опасности.

Конструкцией печи предусмотрены жесткие меры для предотвращения выхода излучения наружу. Хотя непосредственное воздействие микроволн может вызвать ожог, риск при правильном использовании исправной печи полностью



отсутствует. Микроволны очень быстро затухают в атмосфере – уже на расстоянии полуметра от печи излучение становится в 100 раз слабее. Достаточно отойти от печи на расстояние вытянутой руки, и можно чувствовать себя в полной безопасности.

Целью практической части работы было:

- 1) обнаружить электромагнитное излучение, появляющееся в процессе работы СВЧ-печи;
- 2) найти зависимость интенсивности излучения от расстояния до печи, от режима работы печи и от места приемника излучения;
- 3) определить наличие ионизирующего излучения вблизи СВЧ-печи.

В работе использовалось такое оборудование: цифровая лаборатория «Архимед» – регистратор с частотой замеров 1000; датчик напряжения  $\pm 25$  В; катушка дроссельная (2400 витков с сердечником) индуктивностью 25 Гн; микроволно-

вая печь (LG) мощностью 800 Вт; компьютерный измерительный блок (L-микро); счетчик Гейгера (счетчик ионизирующего излучения).

Так как электромагнитная волна является совокупностью периодически изменяющихся магнитного и электрического полей, распространяющихся в пространстве, приемником такой волны может служить дроссельная катушка, в которой под действием вихревого электрического поля, согласно явлению электромагнитной индукции, появляется индукционный ток. Датчик напряжения, подключенный к катушке, позволяет регистрировать амплитуду и частоту электромагнитной волны.

В ходе исследований при работе СВЧ-печи было обнаружено электромагнитное излучение, частота которого равна 50 Гц, микроволны же обнаружены не были. Это позволило сделать вывод, что печь хорошо экранирована, а зафиксированное излучение испускается трансформатором, питающим магнетрон.

**Опыт 1.** Располагая катушку на одном и том же расстоянии (10 см) с разных сторон печи, получили, что максимальная интенсивность обнаруженного излучения наблюдается со стороны задней панели (вблизи магнетрона), минимальная – со стороны передней панели (см. рисунок).

**Опыт 2.** Не меняя расположения катушки (расстояние 10 см, задняя панель), проводили измерения при разных режимах работы. Зафиксировали, что максимальная интенсивность (максимальное напряжение около 0,5 В) наблюдается при мощности 900 Вт, минимальная (максимальное напряжение порядка 0,2 В) – при 90 Вт.

**Опыт 3.** Располагая катушку на расстояниях 5, 10, 15, 20, 25 см от задней панели микроволновой печи, наблюдали, что с увеличением расстояния интенсивность излучения уменьшается. Так, на расстоянии 5 см датчик показывал максимальное напряжение 1 В, на расстоянии 10 см – 0,45 В, на 15 см – 0,27 В, на 20 см – 0,15 В.

**Опыт 4.** С помощью счетчика Гейгера определяли наличие ионизирующего излучения вблизи печи. Так как средний уровень радиации не менялся, мы сделали вывод, что ионизирующего излучения вокруг СВЧ-печи нет.

Результаты проведенных экспериментов подтвердили гипотезу, выдвинутую нами на основании изученной теории.

Однако, несмотря на то, что печь является безопасной для здоровья человека, следует соблюдать некоторые меры предосторожности в обращении с прибором. Например, нельзя нагревать жидкость в герметично закрытых емкостях, а также варить птичьи яйца, поскольку из-за сильного испарения воды они могут взорваться. Нельзя включать пустую печь, т.е. без единого предмета, который поглощал бы микроволны. Не встречая на своем пути никаких препятствий, микроволны в этом случае будут многократно отражаться от внутренних стенок полости печи, а сконцентрированная энергия излучения может вывести печь из строя.