

Фазовые портреты строились в виде зависимостей производной от температуры нити накала и плотности тока, протекающего через нее.

В результате проведенной работы получены семейства фазовых портретов электротермофотодинамических систем данного типа при различных начальных фазах включения напряжения питания синусоидального тока.

Проведенные исследования дают возможность определить пути дальнейшего повышения надежности таких распространенных электротехнических устройств, как лампы накаливания, и усовершенствования изучаемого студентами материала.

**Г. А. Марьин,  
Г. К. Смолин,  
Е. Г. Марьина**

## **ТУРБУЛЕНТНОСТЬ И УРАВНЕНИЕ НАВЬЕ-СТОКСА**

Распространено мнение, что вся информация о турбулентном течении содержится в уравнении Навье-Стокса (НС), а проблема состоит в адекватности математического аппарата. Для проверки подобных излагаемых без доказательств утверждений мы провели анализ энергобаланса.

Система соотношений для турбулентного течения, получающихся в результате преобразования уравнений НС, состоит из четырех строчек и содержит 10 неизвестных: давление, три компоненты вектора скорости и шесть компонент тензора пульсационных напряжений, что известно как проблема замкнутости. Мы исходим из того, что нельзя замкнуть систему, оставаясь в рамках теоретической механики. Кроме того, система оперирует с неаналитическими функциями (пульсации скоростей и др.). Поэтому более адекватной является вариационная формулировка задачи, а так как в системе содержатся диссипативные члены, то задачу более удобно сформулировать как требование минимума мощности. При отсутствии пульсаций скорости мы получаем обычные уравнения НС.

Результаты для стационарного течения с целью большей наглядности формулируются в терминах электротехники.

Система содержит источник энергии, создающей неппульсирующую составляющую скорости (давление), который имеет нагрузку из активного сопротивления (вязкость) и преобразователя (источника пульсаций скорости). Последний также имеет нагрузку в виде активного и реактивного сопротивлений (пульсационные напряжения). Анализ показал, что в рамках соотношений НС не соблюдается баланс мощности: при наличии активной нагрузки

отсутствует активная составляющая источника пульсаций. Дело в том, что уравнения НС содержат только поперечную составляющую ротора средней скорости. Баланс восстанавливается при введении продольной составляющей ротора. Показано, что существование этой компоненты становится энергетически выгодным при некотором минимальном размере, который мы отождествляем с внешним масштабом турбулентности. Мы полагаем, что именно взаимодействие продольного и поперечного роторов средней скорости приводит к дроблению пульсаций до размера внутреннего масштаба турбулентности. Структура турбулентности представляется как течение с поперечным ротором средней скорости (реактивная нагрузка), на фоне которого появляются образования с продольным ротором средней скорости (активная нагрузка).

Таким образом, проведенный анализ показал, что явление турбулентности содержит больше информации, чем соотношения НС. Как побочный результат анализа получена замкнутая система соотношений для компонент тензора турбулентных пульсаций.

**В. С. Тютюков,  
С. А. Тютюков**

## **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ БЛОКА ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Ранее было установлено, что известные обучающие имитационные программные средства обычно имеют либо чисто обучающую, либо узкоинженерную направленность. С целью интеграции обоих направлений в лабораторном практикуме и его адаптации к системе профессионально-педагогического обучения начата разработка блока поддержки (БП) проектанту лабораторных работ (ЛР).

Для реализации этого необходимо: сформулировать требования к ЛР и БП с учетом особенностей профессионально-педагогического вуза и конкретных специальностей (определить содержание инвариантной и вариативной частей ЛР); разработать структуру, логические принципы функционирования и алгоритм блока поддержки, реализовать его в виде программного продукта и внедрить в учебный процесс.