

Рис. 1. Модели фотосфер трёх звезд с «нормальным» (солнечным) химическим составом. Параметры звезд приведены в тексте. Представлены зависимости от оптической глубины на длине волны 500 нм ( $\lg \tau_{500}$ ) шести величин: геометрической глубины  $h$ , отсчитанной от слоя  $\tau_{500} = 1$ ; темп-ры  $T$ ; доли энергии, передаваемой конвекцией  $\epsilon_c$  (в третьем случае  $\epsilon_c = 0$ ); плотности  $\rho$ ; степени ионизации вещества  $x = N_e/N_a$  ( $N_e, N_a$  — концентрации электронов и тяжелых частиц (атомов и ионов) соответственно) и коэффициента непрозрачности вещества  $\chi_R$ , рассчитанного для области максимума спектра излучения звезды (т. н. Росселандово среднее для  $\lambda$ ).

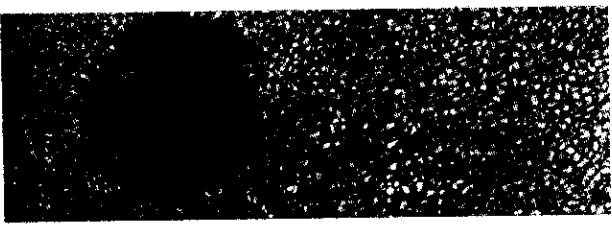


Рис. 2. Один из лучших снимков части фотосферы Солнца в белом свете, полученный 30 июля 1970 на советском стратосферном телескопе. В виде мелкой зернистости наблюдается грануляция (размер чешек ок. 1000 км, время жизни  $\approx 5$  мин). Слева — солнечное пятно. В центральной его части («тени») температура приблизительно на 2000 К ниже средней температуры фотосферы Солнца, вокруг («полутени») хорошо видна сложная структура.

**ФОТОТЕРМОИОНИЗАЦИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ (ФТИС; в англоязычной лит-ре PTIS)** (устар. назв. — фотоэлектрическая спектроскопия) — метод спектроскопии полупроводников (ПП), в к-ром хим. природа, энергетич. спектр и др. характеристики примесей, примесных комплексов и др. дефектов ПП определяются по линейчатому спектру их примесной фотопроводимости. Такая фотопроводимость возникает в результате оптич. возбуждения атома примеси и последующей (или одновременной) его термич. ионизации, при к-рой и создаются свободные но-

сители заряда. Оптич. возбуждение примесных атомов ПП осуществляют монохроматич. излучением, частоту к-рого  $\nu$  (энергию фотонов  $h\nu$ ) можно плавно изменять. При определ. значениях  $\nu$ , отвечающих условию  $h\nu = \epsilon_i - \epsilon_0$ , где  $\epsilon_0$  и  $\epsilon_i$  — энергии основного и одного из возбуждённых уровней энергии атома примеси, последний, поглощая фотон, переходит в возбуждённое состояние, если квантовый переход  $\epsilon_0 \rightarrow \epsilon_i$  разрешён отбора правилами. При измерениях спектров темп-ра ПП подбирается так, чтобы ионизовались только возбуждённые атомы примеси (фототермич. ионизация). В результате фотопроводимость возникает только при определ. значениях  $\nu$  благодаря ионизации атомов определ. сорта.

Полученный спектр располагается в области энергий фотонов, меньших энергии ионизации примесей  $\epsilon_0$ , и состоит из линий спектральных серий, отвечающих энергиям оптич. переходов из основного состояния во все возможные возбуждённые состояния. У примесей одного типа (доноров или акцепторов) разной хим. природы в данном ПП энергии возбуждённых состояний, в к-рые осуществляется переход, различаются очень мало, а энергии осн. состояний и соответственно энергии оптич. переходов, определяющие положение линий в спектрах фотопроводимости, существенно различны (см. Полупроводники), что и позволяет определять хим. природу примесей по спектрам фотопроводимости. Форма спектра и отд. линий даёт возможность судить об энергетич. структуре примесных атомов, их взаимодействии, образовании примесных комплексов, степени неоднородности распределения примесных атомов. Эти данные можно получить также, исследуя спектры поглощения фотонов примесью, т. е. методами абсорбционной спектроскопии. Преимущество Ф. с. состоит в её существенно большей чувствительности. Техника Ф. с. подобна технике абсорбционной спектроскопии, но в отличие от последней, где регистрация излучения, прошедшего через исследуемый образец, производится спец. приёмниками излучения, в Ф. с. приёмником служит сам исследуемый образец.

Схема Ф. с. приведена на рис. 1. Образец исследуемого

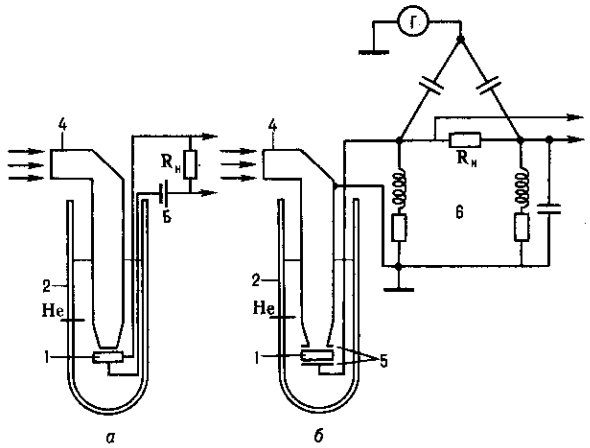


Рис. 3. Схемы контактного (а) и бесконтактного (б) методов фото-термоионизационной спектроскопии.

ПП 1 помещают в криостат 2, где он охлаждается (обычно до темп-ры кипения гелия), чтобы исключить термич. ионизацию атомов примеси из осн. состояния. К одной из граней образца с помощью соответствующей оптич. системы или световода (4) подводят модулированное излучение. К электрич. контактам, специально изготовленным на торцевых гранях образца, присоединяют источник напряжения (батарея Б) и нагрузочное сопротивление  $R_n$  (рис. 1, а). Изменение электропроводности ПП, возникающее в результате фототермич. ионизации атомов примеси, вызывает изменение напряжения на ПП, к-рое и является спектрометрич. сигналом.