

Заявка на участие в конкурсе практикумов.

- название базовой кафедры

Кафедра «Физики и техники низких температур» факультета «Общей и прикладной физики» МФТИ

- сведения о месте практикума в учебном плане (с какого года и в каком семестре проводится), с указанием веб-страницы на сайте кафедры; если практикум будет впервые проводиться в 2015 г., прилагается справка из деканата);

Курс 3 (бакалавриат), семестр 6 (дифф зачет)

Местоположение – Институт физических проблем им. П.Л. Капицы, Москва, ул. Косыгина 2.

<http://www.kapitza.ras.ru/index.php?cont=chair&lang=ru&tt=sp>

- аннотация с наименованием практикума, указанием его объема в часах, кратким изложением содержания всех его задач, ответственного исполнителя (до 2 стр.);

Практикум «Техника физического эксперимента». Лабораторные занятия: 96 часов.

Ответственный исполнитель: Завьялов Виталий Вадимович <http://www.kapitza.ras.ru/~zav/>

Историческая справка Низкотемпературный спецпрактикум был организован П.Л. Капицей практически сразу же после создания Института физических проблем в конце 30- годов прошлого столетия.

«Это был первый в мире практикум по низким температурам, где студенты физфака МГУ могли знакомиться с методикой эксперимента в области гелиевых температур». «Практикум начал работать в 1938 г. и до сих пор работает в ИФП для студентов МФТИ. Тогда практикум работал два раза в неделю и состоял из восьми задач. Студенты физфака должны были сделать две задачи по выбору. Работали парами. В большем объеме работу выполняли научные сотрудники, проходившие стажировку или принятые на работу в институт.»

[Ю.П.Гайдуков и др., Физика № 01/2005 <https://fiz.1september.ru/article.php?ID=200500104>].

В настоящее время практикум продолжает работу, сохраняя традиции, заложенные его основателем. Практикум обладает как традиционным низкотемпературным, так и современным электронным оборудованием, предназначенным для подготовки и проведения низкотемпературных электрофизических и оптических измерений в диапазоне температур от комнатной до 1.3 К. На время работы в практикуме каждому студенту предоставляется отдельное рабочее место, оснащенное всем необходимым для подготовки и выполнения любой из предлагаемых учебных задач.

В режиме индивидуального обучения студенты подготавливают образцы, налаживают экспериментальную установку, проводят низкотемпературный эксперимент и обрабатывают полученные результаты. При этом они обучаются работе с жидким гелием, знакомятся с основами вакуумной техники, осваивают методику измерений с активным использованием компьютера. В результате, к концу шестого семестра студенты получают представление о специфике работы экспериментатора и смогут определить свою склонность к этому роду деятельности. В этом данный курс существенно отличается от обычных вузовских лабораторных работ, которые призваны быть иллюстрацией к изучаемому на лекциях материалу, проводятся на полностью готовых и отлаженных установках и не предусматривают активной роли студента в процессе подготовки эксперимента.

В качестве физических задач студентам предлагаются одна из следующих тем:

- **Электропроводность металлов в диапазоне температур 1.3--300 К.** Приготовить проволочные и тонкопленочные образцы меди и исследовать температурную зависимость их электрической проводимости в диапазоне температур 1.3--300 К, в том числе после отжига образцов. Провести анализ экспериментальных кривых в рамках теории рассеяния носителей зарядов в металле.
- **Материалы с перколяционной проводимостью при температурах 1.3–300 К.** Используя стандартные толстопленочные SMD-резисторы (Чип-резисторы), изучить электрические свойства материалов, обладающих перколяционным механизмом проводимости. Приготовить пригодный для практического применения крио-термометр и выполнить его калибровку в диапазоне температур 1.3—300 К.
- **Проводимость Ge в интервале температур ~1.3–300 К** Изучить температурную зависимость проводимо-

сти Ge в диапазоне температур 1.4—300 К. Провести измерения как на образце с готовыми омическими контактами, так и на образце с самодельными паяными контактами. Обсудить полученные результаты в рамках зонной теории полупроводников.

– **Сверхпроводящий переход.** Исследовать процесс возникновения и разрушения сверхпроводящего состояния оловянной проволоки в зависимости от величины протекающего по ней тока.

– **W-термоэмиттер в экспериментах с жидким гелием.** Исследовать явления, происходящие при нагреве вольфрамовой нити до температуры ее свечения в гелиевом криостате. Изучить влияние различных механизмов теплоотвода от нити в вакууме, газе и жидком гелии при температурах ниже и выше лямбда-точки. Измерить ток термоэлектронной эмиссии и сравнить его с расчетом по формуле Ричардсона-Дэшмана.

–(NEW) **Полуметаллы.** Методом вакуумного напыления приготовить пленочные образцы висмута и измерить температурные зависимости их электрических и магнитных характеристик. Исследовать влияние примеси (Sb). Приготовить висмутовые пленки различной толщины для наблюдения квантовых размерных эффектов проводимости.

–(NEW) **Автоэлектронный эмиттер в гелии.** Изготовить электрохимическим методом вольфрамовый автоэлектронный эмиттер и исследовать его работу как в жидком гелии, так над его поверхностью при температурах ниже и выше лямбда-перехода. Визуально пронаблюдать накопление зарядов у поверхности гелия по ее прогибу под действием электрического поля.

–(NEW) **Структуры с туннельной проводимостью.** Методом вакуумного напыления приготовить MIM-структуру (Металл-Изолятор-Металл). Для получения слоя изолятора использовать процесс электрохимического или термического окисления. Исследовать электрические характеристики приготовленной структуры при температурах 1.4–300К

--(NEW). **Высокоэнергетичные возбуждения в жидком гелии.** Используя металлизированный кварцевый световод и UV/VIS спектрометр AVASPEC провести наблюдение оптических спектров возбуждения ионов и димеров гелия, возникающих при торможении горячих электронов вблизи острия автоэммиттера в жидком гелии.

Выполняя эти задачи студенты проходят обучение по основам техники физического эксперимента:

1. Техника безопасности при работе с сжиженными газами, приборами из стекла, электрооборудованием, при пайке и при работе с химическими реактивами.
2. Ознакомление и работа с оборудованием:
 - приобретение навыков работы со стеклянными дьюарами и заливкой гелия в криостат;
 - сборка вакуумных коммуникаций установки, проверка герметичности, поиск вакуумных течей;
 - освоение техники откачки паров гелия для охлаждения рабочей камеры до 1.3К;
 - подготовка газового термометра (проверка герметичности и заполнение рабочим газом (гелием) объемов газового термометра и его калибровка);
3. Приготовление экспериментальных образцов и работа с ними (напыление пленок в вакууме, электрохимическое травление и окисление).
4. Использование компьютера в физическом эксперименте:
 - понятие об интерфейсах связи (RS-232, GPIB,USB) и стандартах передачи данных (SCPI);
 - изучение основ программирования ©LABVIEW. (Ознакомление с основными конструкциями языка, самостоятельное написание простых программ для управления находящимися в составе установки измерительными приборами и записи результатов измерений в файлы данных;
 - ознакомление с компьютерными методами обработки данных и представления результатов эксперимента в виде готовых для отчета графиков на примере использования программы Gnuplot.
 - оформление научного отчета с использованием набора в системе LATEX.

- *методические материалы по каждой задаче (порядок работы, описание оборудования, обработки экспериментальных данных и формата отчета о выполнении задачи) для студентов, или ссылку на сайт, на котором такие материалы размещены;*

С методическими материалами можно ознакомиться по ссылке:

<http://www.kapitza.ras.ru/~zav/Practicum/Practicum.htm>

- *фотографии помещений практикума, всех установок и вспомогательного оборудования, с их краткими техническими характеристиками;*

Фотографии размещены по ссылке: <http://www.kapitza.ras.ru/~zav/Practicum/Practicum.htm>