

Отчет по развитию практикума кафедры «Физика и техника низких температур» МФТИ в 2015-17 гг.

Введение. Новые цели развития Практикума

В последние годы появилась необходимость расширения целей Практикума. Кроме изначальной задачи обучения студентов третьекурсников в рамках кафедры «Физики и техники низких температур» МФТИ, стали актуальными две другие тесно взаимосвязанные между собой цели.

- *Привлечение и мотивация молодежи для отбора способных к экспериментальной деятельности исследователей.* Ранее такой отбор проходил уже на стадии распределения абитуриентов по кафедрам и дальнейшего их обучения по специальности в течение шестилетней учебы в МФТИ. Теперь же, ввиду ориентации МФТИ на отказ, в конечном итоге, от системы базовых кафедр, количество студентов и их мотивация учебы на «базах» становятся недостаточными. Такая ситуация возникла, в том числе, в связи с реформами высшего образования и с изменением базовых установок на задачи и роль фундаментальной науки. Поэтому задача привлечения молодежи на всех этапах образования (школьников, абитуриентов, бакалавров, магистров, аспирантов) стала критически важной.
- *Необходимость «Ликбеза» среди магистров, не проходивших обучения в Практикуме на третьем курсе бакалавриата и не имеющих начальных навыков низкотемпературного эксперимента.* (Тем более это важно и для необученных аспирантов). Дело в том, что введенная в 2009 году двухступенчатая система высшего образования привела фактически к разрыву целостности обучения по специальности из-за существенной ротации студентов при их переходе от бакалавриата к магистратуре.

В этой связи возникла необходимость расширить возможности Практикума, что было сделано, в частности, благодаря финансовой поддержке фонда «Физика» в 2015 году. А именно:

- Произведено доукомплектование лаборатории расходными материалами, инструментом, кабелями, разъемами, корпусами для РЭА, коммиссионными системными блоками и проч., необходимыми для работы студентов при подготовке и проведении эксперимента.
- Список учебных задач пополнился работами, дающими возможность магистрам кафедры провести оригинальное исследование и подготовить его публикацию.
- Для поиска и мотивации способных молодых исследователей начата неформальная учебная работа со студентами из других вузов, проявивших интерес к низкотемпературной физике и пожелавших пройти начальное обучение в Практикуме как в рамках своих курсовых работ, так и на факультативной основе. В 2015–2017 гг. обучение по этой схеме прошли студенты МИЭМ ВШЭ, часть из которых по результатам своей работы подготовило свои курсовые проекты.
- Силами кафедры проводится активная работа со школьниками и, в том числе экскурсии в музей П.Л.Капицы и в Практикум, где, на специально подготовленной установке с прозрачными стеклянными дьюарами, наглядно демонстрируется работа с жидким гелием и переходом его в сверхтекучее состояние.

Представленный на сайте ИФП фотоальбом иллюстрирует работу Практикума.

Сравнение списка действующих задач практикума и списка задач, заявленных в проекте, поддержанном в 2015 г.

В режиме индивидуального обучения студенты 3 курса МФТИ готовят 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 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.

Рабочие места в практикуме оснащены оборудованием (подробно описанном в заявке 2015 года), позволяющим выполнять любую из предлагаемых на выбор студенту задач, которые, по терминологии условий конкурса можно назвать действующими. Такие задачи были описаны в нашей заявке 2015 года. Вот их список:

- **Электропроводность металлов в диапазоне температур 1.3–300 К.** Приготовить проволоочные 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 проводимости 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. (Установка комплектуется дополнительным регулятором MKS-651 скорости откачки гелия).
- **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 лямда-точки. Измерить ток термоэлектронной эмиссии и сравнить его с расчетом по формуле Ричардсона-Дэшмана. Объяснить наблюдаемое отличие.

Заявленные в заявке 2015 года новые задачи в течение 2015- 16 гг. были скорректированы и реализованы:

- **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.
Работа по этой теме была налажена в 2015 году студентом И.А.Голоколеновым и стала основой его бакалаврской дипломной работы. (см. текст дипломной работы).
- **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 наблюдать накопление зарядов у поверхности гелия по ее прогибу под действием электрического поля. см. отчет Е.Б. Пюрбеевой

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

Работа по этой теме была выполнена в 2015 году С.И.Халдеевым и стала основой его дипломной работы бакалавра. (см. текст дипломной работы).

- **Исследование эмиссии фотоэлектронов в газообразном и жидком гелии.** Используя металлизированный кварцевый световод и УФ излучение ртутной лампы провести измерение фототока в зависимости от потенциала фотокатода в газообразном и жидком гелии.

Данная задача была реализована Е.Б.Пюрбеевой (см. отчет о работе) в качестве НИР по программе магистратуры. Полученные в результате оригинальные результаты приняты к докладу на конференцию LT28, которая будет проходить в Гетеборге в августе 2017 г.

Кроме того была организована начальная подготовка студентов других вузов, интересующихся физикой низких температур. Были изготовлены 12 криовставок, позволяющих проводить экспресс измерения с использованием 10-литровых транспортных гелиевых дьюаров и оснащено шесть дополнительных компьютеризированных рабочих мест для посменной работы. Рабочие места укомплектованы мультиметрами В7-65, источниками тока/напряжения АКИП, блоками питания типа Б5*. Налажены компьютерные интерфейсы для проведения измерений в среде LabView.

- **Начальное ознакомление студентов других вузов, интересующихся физикой низких температур** Студентам предлагается ознакомиться с методическими материалами, изучить основы программирования LabView, составить измерительную программу и провести измерения как при комнатной температуре, так и при температурах жидкого азота (77K) и гелия (4.2K). В качестве конкретных задач предлагается измерить вольт-амперные характеристики готовых образцов: сверхпроводника, диода, светодиода и объяснить полученные результаты.

Количество студентов МФТИ, прошедших практикум в 2015 - 2017 гг. (отдельно по годам обучения)

- **2015 Студенты МФТИ,** _____ **7 чел.**

Золотухин Д.В.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов
Ильин Д.В.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Мануйлович Е.А.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Мкртчян А.А.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Пюрбеева Е.Б.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Халдеев С.И.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Голоколенов И.А.,	4 курс,	НИР + Уч. практика,	50 часов

- **2016 Студенты МФТИ,** _____ **8 чел.**

Антонов А.П.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов
Банников М.И.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Олевский Л.С.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Славов Б.Д.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Хохлов Д.А.,	3 курс,	лабораторный практикум,	96 часов,
Пюрбеева Е.Б.,	4 курс,	НИР + Уч. практика,	50 часов
Халдеев С.И.,	4 курс,	НИР + Уч. практика,	50 часов
Голоколенов И.А.,	5 курс,	НИР + Уч. практика,	50 часов

• **2017 Студенты МФТИ, _____ 3 чел.**

Пюрьбеева Е.Б.,	4 курс,	НИР + Уч. практика,	50 часов
Халдеев С.И.,	4 курс,	НИР + Уч. практика,	50 часов
Голоколенов И.А.,	5 курс,	НИР + Уч. практика,	50 часов

Студенты магистратуры Пюрьбеева Е.Б., Халдеев С.И. и Голоколенов И.А. привлекались для отработки лабораторных задач и в качестве кураторов студентов МИЭМ ВШЭ, изъявивших желание подготовить экспериментальную курсовую работу или факультативную начальную подготовку в Практикуме.

Количество студентов МИЭМ ВШЭ, прошедших ознакомительную работу в практикуме в 2015 - 2017 гг. (отдельно по годам обучения)

• **2015 Студенты МИЭМ ВШЭ, _____ 10 чел.**

Карпов В.А.,	гр. ФИ-21
Васютин П.В.,	гр. ФИ-21 ,
Дмитриев П.А.,	гр. ФИ-21
Гинятова Ю.М.,	гр. ФИ-22
Корженко П.П.,	гр. ФИ-22
Тарасенко Д.А.,	гр. ФИ-22
Зверев П.А.,	гр. ФИ-22
Васильева Д.С.,	3 курс
Шукалева А.,	2 курс
Даценко Н.	2 курс

• **2016 Студенты МИЭМ ВШЭ, _____ 18 чел.**

Карпов В.А.,	гр. БФИ-131 деп. прикл. математики 4курс
Корженко П.П.,	гр. БФИ-133 деп. прикл. математики 4курс
Тарасенко Д.А.,	гр. БФИ-134 деп. прикл. математики 4курс
Шукалева А.Г.	гр. СКБ-131 каф. комп.безопасности, 4 курс
Ситников М.А.	гр. БИВ-142 деп. комп.инженерии, 3 курс
Карабасов Т.И.,	гр. БИТ142 деп. электронной инж., 3 курс
Скуратов М.И.	гр. БИТ141 деп. электронной инж., 3 курс
Седов Е.А.,	гр. МФ3152 деп. электронной инж., 5 курс
Дустмуродов Г.,	vБИТ141 деп. электронной инж., 3 курс
Черняев С.,	гр. БИТ153 деп. электронной инж., 2 курс
Галигеров В.,	гр. БИТ151 деп. электронной инж., 2 курс
Шеин К.В.	гр. БИТ152 деп. электронной инж., 2 курс
Трефилов Д.О.,	гр. БИТ152 деп. электронной инж., 2 курс
Кузин А.Ю.	гр. БИТ154 деп. электронной инж., 2 курс
Заруднева А.А.	гр. БИТ152 деп. электронной инж., 2 курс
Ариошкин С.С.,	гр. БИТ154, Федотов А.В.
Махмудов С.А.	

• **Студенты МИЭМ ВШЭ, выполнившие курсовые работы в Практикуме ИФП 18 чел.**

Карабасов Тайржан Именович	Karabasov-NUG-report16.pdf
Карпов Владислав Андреевич	Karpov-NUG-report16.pdf
Седов Егор Андреевич	Sedov-NUG-report16.pdf
Скуратов Максим Игоревич	Skuratov-NUG-report16.pdf
Тарасенко Денис Антонович	Tarasenko-NUG-report16.pdf
Корженко Полина Петровна	Korzhenko-NUG-report16.pdf
Шукалева Анна Геннадиевна	Shukaleva-NUG-report16.pdf
Черняев Сергей	report.docx

Направления расходования средств, полученных от Фонда в 2015 г. по статьям:

а) Оборудование и расходные материалы .

Безналичные расходы по этой статье не планировались.

б) Поддержка работы преподавателей - поименно с суммами по каждому

В 2015 году, в качестве активных помощников при проведении занятий и в организации новых учебных задач привлекались студенты кафедры ФТНТ МФТИ:

- Голоколенов Илья Алексеевич, 1993 г.рожд. - 100 т.р.

- Халдеев Станислав Игоревич, 1993 г.рожд. - 100 т.р.

В частности, подготовленные новые учебные задачи были защищены ими в качестве бакалаврских дипломных работ.

Финансовая поддержка руководителя позволила произвести закупки необходимых мелочей, требовавшихся для дооснащения лабораторных работ и комфортной работы студентов в Практикуме:

- Завьялов Виталий Вадимович, 300 т.р.

Расходование средств руководителя.

Далеко не полный перечень расходов на сумму 62 т.р, которые подтверждены кассовыми чеками, приведен в нижеследующей таблице. Кроме этого, для поддержания работоспособности студентов во время длительных занятий в практикуме регулярно закупался чай, сахар, сушки и проч. на сумму, ориентировочно в 1.5 т.р. в месяц.

Дата	наименование и количество	продавец	сумма, руб.
21.11.15	комп. блок (mb Intel, IntelCore 2 Duo E8400, DDR2 4Gb, 1 шт.	ИП "Аверюшкин"	7500 р.
13.02.15	Кабель сетевой UTP 5-кат., 5.6 м	«МПО-Электромонтаж»	149
1.6.15	карта памяти 8Gb Toshiba, 2 шт.	ОЛДИ	522 р.
23.3.15	Розетка RJ-45 компьютерная, 4 шт.	ОЛДИ	460 р.
24.2.15	Клавиатура "Standart 303" и мышь RX-111 SVEN, 1 компл.	ОЛДИ	680 р.
24.2.15	Патчкорд Gembird/Cabelexpert 1.5м, 5 шт.	ОЛДИ	355 р.
15.2.15	Патчкорд Aopen UTP 10м, 4 шт.	ОЛДИ	636 р.
12.02.16	комп. блок (Asus P5KPL, IntelCoreDuo E6550, DDR2 2Gb, 1 шт.	www.pc1.ru	5749 р.
13.02.16	комп. блок (GA-945-GZM-S2, IntelCoreDuo E6850, DDR2 2Gb, 1 шт.	www.pc1.ru	3989 р.
21.02.16	комп. блок (HP Compaq DC5700, 1 шт.	www.pc1.ru	4990 р.
8.12.16	Системный блок IntelCore 2 Duo E6300, 2 шт.	www.westblock.ru	10980
7.11.15	HDD IDE 80Gb Seagate Barracuda, 1 шт	ИП "Аверюшкин 3.С."	1798
30.12.15	Монитор Dell D2015HM 1920x1080, 1 шт.	Delta Computers	6000
06.02.15	Тиски станочные 2.4"x60mm, 1 шт.	ИП "Буров А.В."	599
06.02.15	Очки защитные (4шт), Штангельциркули, 3шт.	www.vseinstrumenti.ru	408
25.03.15	Edding404 (для рисования печатных плат), штекера и гнезда, 2шт.	«Вольтмастер»	317
20.4.15	Магнит N35H C10x20, 6 шт.	ЗАО "ЧИП-ДИП"	456
30.6.15	Магнит N35H D15x8, 12 шт.	ЗАО "ЧИП-ДИП"	828
10.03.15	BS35BK, Корпус для РЭА 60x55x30mm, 2 шт.	ЗАО "ЧИП-ДИП"	500
13.03.15	G104P, Корпус для РЭА 64x58x35mm, 4 шт.	ЗАО "ЧИП-ДИП"	960
20.04.15	BS35BK, Корпус для РЭА 60x55x30mm, 2 шт.	ЗАО "ЧИП-ДИП"	319
5.11.15	G107P Корпус для РЭА 125x80x40mm, 10 шт.	ЗАО "ЧИП-ДИП"	2100
20.11.15	Стеллаж "Billi" арт.10313109, 1 шт.	IKEA	1400
22.12.15	Перманентные лаковые маркеры, 10 шт.	www.markerland.ru	1312

19.12.15	Хомуты 16-27/9 для резиновых вакуумных шлангов, 8шт	«МПО-Электромонтаж»	200
19.12.15	Кабель КОГ1х25 для тоководов к магниту, 7м	«МПО-Электромонтаж»	1638
19.12.15	Наконечники для оконцовки кабеля, 4 шт.	«МПО-Электромонтаж»	104
26.01.15	Разъем BNC C58P, 48 шт.	ООО "ЗИП"	968
20.02.15	Разъем герметичный РПМ24БШ1Е2Б (для блочков коммутации), 8 шт.	ООО "ЗИП"	3036
15.01.16	Разъем герметичный РПМ24КПЭ19Г1В1 (для тоководов в криостаты), 10 шт.	ООО "ЗИП"	845
8.02.16	SN500S Блок питания, 1.5-12В, 6Вт, 1 шт.	ЗАО "ЧИП-ДИП"	750
1.11.16	SMA-коннектор и SMA гнездо под RG-174 обжимной, 2 шт	"Оптима Комплект"	337
20.03.17	SMA-коннектор под RG-174 обжимной, 2 шт	"Оптима Комплект"	108
20.03.17	Переходник BNC(м)-SMA(м), 2 шт	"Оптима Комплект"	298
28.03.17	Короб РКК 40х16 и уголки УВН 40х16 (для защиты проводов комп. сети), 8м шт	«МПО-Электромонтаж»	465