

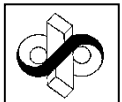
**Институт Физики Твердого Тела РАН**

**Современная физика твердого тела:  
от электрона к прибору**

Проект летней стажировки ~10 студентов 1-3 курсов МФТИ

от кафедры Физики Твердого Тела ФЭФМ

с 1 по 5 июля 2024 года



# Институт Физики Твёрдого Тела РАН

Экспериментаторы  
в области  
физики  
конденсированных сред

Кафедра Физики  
Твёрдого Тела ФЭФМ  
Трек Физики Твёрдого  
Тела ЛФИ



# **Главное богатство кафедры ФТТ – это научные руководители**

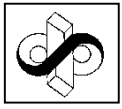
---

**Студенту перед выбором базовой кафедры:**

- **необходимо определиться с тематикой, которая его интересует**
- **найти активно работающего в этой области научного руководителя.**

**При работе в области физики конденсированного состояния Вы не маленький винтик большого коллектива**

**Вы – главный исполнитель своей работы на разнообразных шагах научного исследования**



# **Основные направления фундаментальных и прикладных исследований в ИФТТ**

---

- **Магнитооптика полупроводников. Микроволновая и терагерцовая спектроскопия низкоразмерных электронных систем.**
- **Водородная энергетика – топливные элементы.**
- **Гидродинамика. Физика неравновесных процессов.**
- **Сверхпроводимость.**
- **Изучение сильно коррелированных систем: исследование двумерных электронных систем с сильным межэлектронным взаимодействием и топологически нетривиальных систем. Графен и Ван дер Ваальсовы гетероструктуры. Нанофизика.**

## Сотрудники ИФТТ РАН, предложившие задачи в рамках стажировки

<b>к.ф.-м.н. Агарков Дмитрий Александрович</b>	Лаборатория Водородной Энергетики
<b>к.ф.-м.н. Батов Игорь Евгеньевич</b>	Лаборатория Сверхпроводимости
<b>к.ф.-м.н. Храпай Вадим Сергеевич</b>	Лаборатория Электронной Кинетики
<b>к.ф.-м.н. Шевчун Артем Федорович</b>	Лаборатория Электронной Кинетики
<b>д.ф.-м.н. Ваньков Александр Борисович</b>	Лаборатория Неравновесных Электронных Процессов
<b>д.ф.-м.н. Муравьев Вячеслав Михайлович</b>	Лаборатория Неравновесных Электронных Процессов
<b>к.ф.-м.н. Андреев Иван Владимирович</b>	Лаборатория Неравновесных Электронных Процессов
<b>к.ф.-м.н. Щепетильников Антон Вячеславович</b>	Лаборатория Неравновесных Электронных Процессов

# Твердооксидные топливные элементы - генераторы электроэнергии с рекордной эффективностью

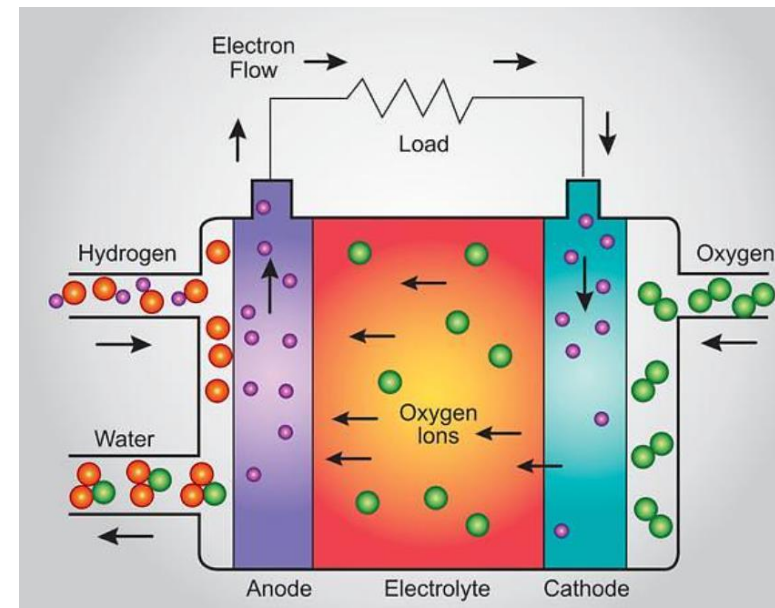
Во время прохождения стажировки по данному направлению студенты ознакомятся с основными компонентами твердооксидного топливного элемента (ТОТЭ), батарей и энергетических установок на их основе.

Студенты узнают основные приемы и технологические подходы к созданию ТОТЭ различной конструкции.

Студенты ознакомятся и примут участие в электрохимических испытаниях ТОТЭ в различных рабочих условиях: измерение вольтамперных и мощностных характеристик, изучение импедансных спектров с целью исследования структуры полного внутреннего сопротивления.



Агарков Д.А.





# Термометрия в криогенных условиях

В рамках проекта студентам будет предложена самостоятельная экспериментальная задача калибровки термометра в условиях низких температур (0.5 — 4.2 K).

В рамках проекта будет исследован резистор с неизвестной заранее температурной зависимостью, а его сопротивление будет измерено в зависимости от температуры окружающей среды. Эта температура будет определяться различными способами, как первичным по давлению паров гелия, так и вторичным, по показаниям термометра с известной заранее калибровкой.

Кроме того, на базе контроллера Arduino будет создан несложный автономный прибор, способный измерить сопротивление термометра в режиме линейного отклика и вывести текущее показание температуры на дисплей. В конце проекта с помощью полученной калибровки будет измерена критическая температура сверхпроводящей пленки.



Храпай В.С.





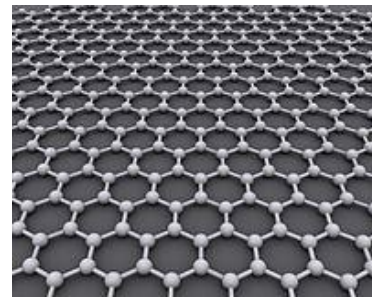
# Базовые навыки эксперимента физики твердого тела

Работа в лаборатории каждого направления физики требует некоторого специфического набора знаний и навыков, сплав которых с решением поставленных вопросов и составляет творческую работу физика-экспериментатора. Изучение этих навыков требует времени, а понимание, как их использовать эффективно, приходит только с опытом. Мы начнем этот путь.



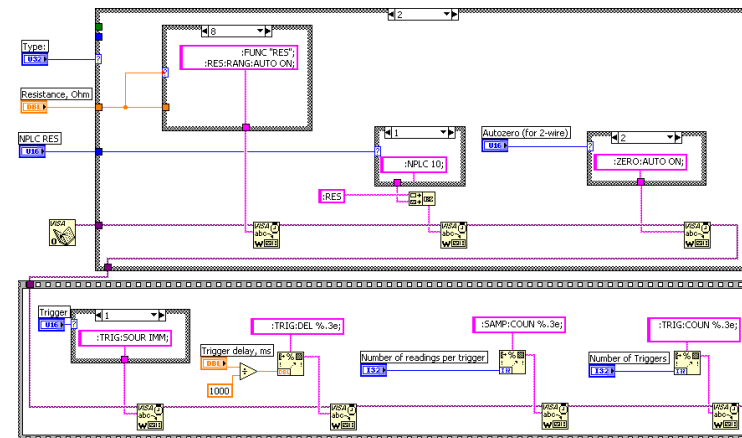
Шевчун А.Ф.

В рамках проекта студентам будет предложена задача по изучению образца графена.



Для выполнения этой задачи студентам предстоит научиться работать с мультиметром, источником напряжения, синхронным усилителем; разобраться в схеме измерения, а также автоматизировать работу экспериментальной установки.

Также, при необходимости, научим работать с оптическим микроскопом двумя глазами, и находить монослои.

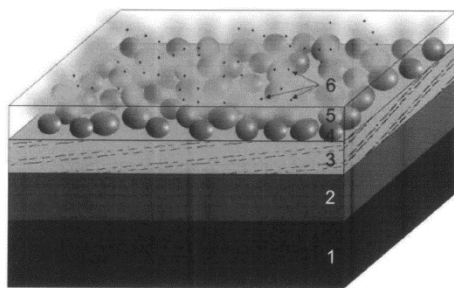


# Рамановская микроспектроскопия и SERS

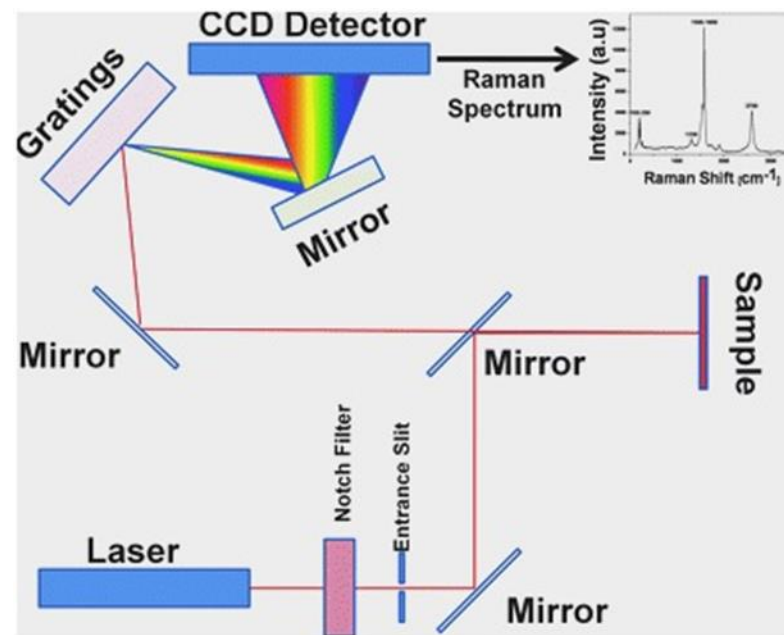
В рамках проекта студентам будет предложена задача по оптимизации геометрических характеристик наноструктурированных фотонно-кристаллических SERS-подложек для детектирования химических и биологических молекул.

В работу входит изучение рельефа, морфологии подложек на электронном микроскопе, осаждение на структурированную поверхность тонких плёнок Ag и Au на установке термического вакуумного напыления.

Освоение сканирующего рамановского микроскопа с соответствующим софтом.



Ваньков А.Б.



# Субтерагерцовая спектроскопия метаматериалов

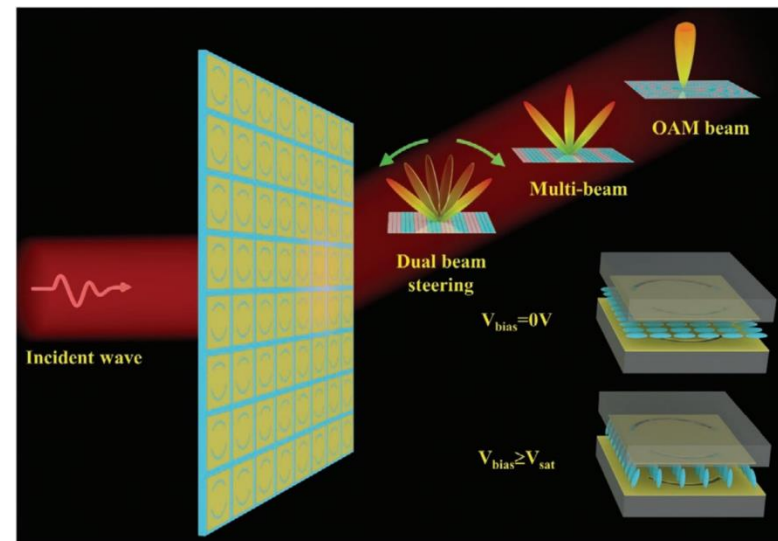
Терагерцовый частотный диапазон — наименее освоенный участок электромагнитного спектра, обладающий рядом уникальных свойств. Идея метаматериалов, пришедшая из оптики, находит широкое применение в данном частотном диапазоне. Возможность крайне эффективно создавать материалы с принципиально новыми свойствами привлекает исследователей по всему миру.

В рамках настоящего проекта студентам предлагается принять участие в исследовании двумерных и трехмерных метаматериалов при помощи терагерцовой спектроскопии.

Студенты познакомятся с методиками квазиоптических измерений и основными принципами постановки эксперимента. В том числе студентам предстоит освоить теоретическую модель исследуемого эффекта, разработку и создание отдельных элементов установки, юстировку схемы, обработку и анализ результатов.



Муравьев В.М.



# Низкотемпературная микроволновая спектроскопия структур для субтерагерцовой фотоники

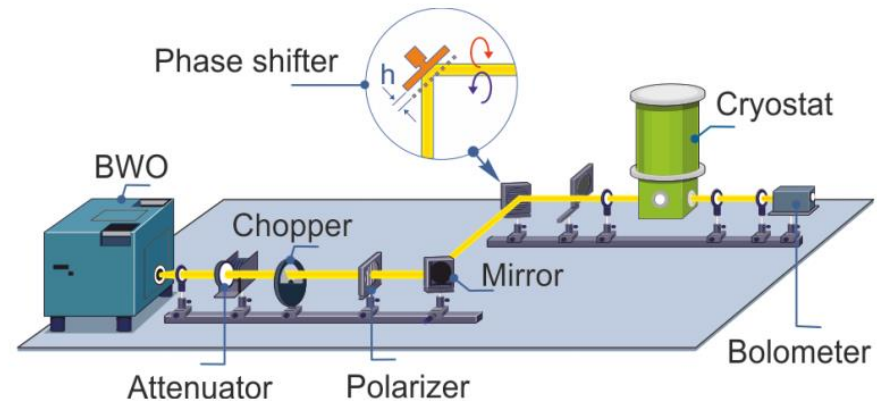
Субтерагерцовая фотоника - динамично развивающаяся область физики. Широкий спектр задач в этой области включает в себя построение беспроводных систем передачи данных нового поколения (6G), разработку досмотровых систем безопасности с высокой пропускной способностью и контрольного оборудования на основе терагерцового излучения, а также множество других, важных как с фундаментальной, так и прикладной точек зрения, проблем.

В рамках практики студентам предлагается принять участие в исследовании полупроводниковых наноструктур для субтерагерцовой фотоники в ведущей российской лаборатории в данной области. Студенты познакомятся с современными методиками микроволновой спектроскопии – основного инструмента исследования структур субтерагерцовой фотоники.

Они смогут самостоятельно измерять спектры люминесценции и микроволнового поглощения двумерных электронных систем при сверхнизких температурах, характеризовать исследуемые образцы на основе полученных данных, а также принять участие в разработке и изготовлении приспособлений для микроволновых измерений.



Андреев И.В.



# Микроволновая спектроскопия при сверхнизких температурах

Щепетильников А.В.

Студенты смогут не только углубиться в увлекательный мир физики низкоразмерных структур, но и поработать на самом современном оборудовании, а также познакомится с различными транспортными и микроволновыми методиками.

В рамках самостоятельной работы студенты научатся измерять пропускание различных микроволновых линий, подготовят образец к низкотемпературным экспериментам и измерят изменение сопротивления двумерной электронной системы из-за поглощения электронами электромагнитного излучения.

