

**Практические занятия
по атомной и ядерной
физике в
различных университетах**

Речь пойдет о том как устроены практические занятия по атомной и ядерной физике в университетах Российской Федерации и в ведущих зарубежных университетах.

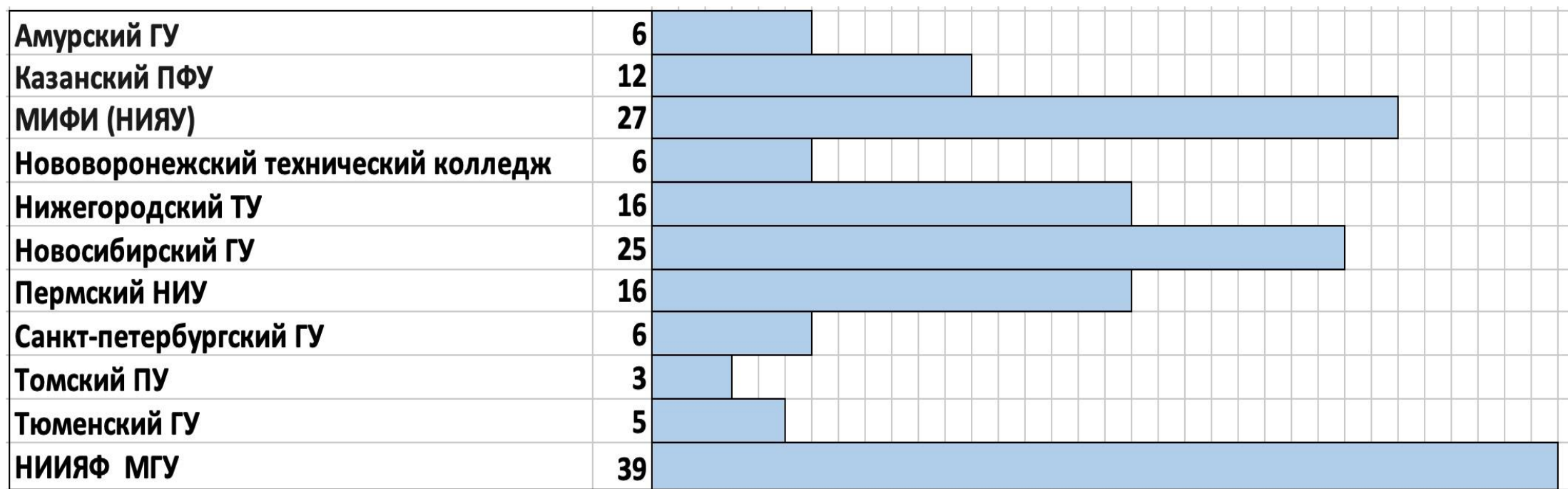
Материалы для данного сообщения были добыты в интернете.

По доступным описаниям практикумов российских университетов не всегда можно понять идет ли речь о действующих установках или описание сохранилось, а установки уже нет.

Все сомнения в пользу университетов: описанные установки считаем действующими.

Были просмотрены материалы 10-ти российских университетов и 4-х зарубежных

Количество различных задач в практикумах университетов РФ



Наиболее распространенные типы задач в практикумах университетов РФ



Российские университеты

1. [Амурский государственный университет](#)
2. [Казанский приволжский федеральный университет](#)
3. [Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»](#)
4. [Нововоронежский политехнический колледж \(Филиал МИФИ\)](#)
5. [Нижегородский технический университет](#)
6. [Новосибирский государственный университет](#)
7. [Пермский научный исследовательский университет](#)
8. [Санкт-петербургский государственный университет](#)
9. [Томский политехнический университет](#)
10. [Тюменский государственный университет](#)
11. [МФТИ](#)

Перечень задач атомного практикума Новосибирского ГУ 2005-2013

| | |
|--|---|
| Изучение изотопической и сверхтонкой структуры спектральных линий | Изучение структуры спектров щелочных металлов на примере натрия, калия, рубидия, цезия |
| Изучение структуры спектров щелочных металлов на примере цезия | Изучение молекулярного спектра поглощения и спектроскопическое определение основных констант электронных термов молекулы йода |
| Комбинационное рассеяние света | Изучение спектра излучения атома водорода в газовом разряде |
| Возбуждение и ионизация атома электроном (опыт Франка – Герца) | Изучение простого эффекта Зеемана |
| Изучение сложного эффекта Зеемана | Ядерный магнитный резонанс |
| Термическая активация замедленной флуоресценции в сложных молекулах | Внешний фотоэлектрический эффект |
| Гелий-неоновый лазер и усиление электромагнитного излучения | Квадрупольный масс-спектрометр |
| Дифракция электронов | Определение удельного заряда электрона методом магнитной фокусировки |
| Определение удельного заряда электрона по отклонению электронов в магнитном поле | Определение энергии α -частицы по ее пробегу в воздухе |
| Измерение энергии β -распада методом поглощения | Исследование поверхности твердых тел методами туннельной и атомно-силовой спектроскопии |
| Годоскоп из дрейфовых трубок. | Гамма-спектрометр на основе сцинтилляционного счетчика. |
| Метод совпадений. | Газовый цилиндрический счетчик |
| Гамма-спектрометр с детектором из особо чистого германия | |

Перечень задач ядерного практикума Казанского ГУ 2011-2013

Практикум был глубоко модернизирован в 2011г с использованием оборудования Leybold Didactic (LD) GmbH, Германия. Практикум LD дополнен работами по нейтронной активации и мессбауэровской спектроскопии, а также методическим обеспечением.

| | |
|--|---|
| Регистрация радиоактивности. Счётная характеристика счётчика Гейгера-Мюллера | Исследование статистического характера распада радиоактивных ядер. Распределение Пуассона |
| Сцинтилляционные детекторы, калибровка γ -спектрометра | Регистрация спектров α -частиц, полупроводниковые детекторы |
| Прохождение α -излучения через вещество | Рассеяние Резерфорда |
| β -спектроскопия: регистрация спектров бета-частиц | γ -спектроскопия: регистрация естественной радиоактивности K-40 |
| Ослабление гамма-излучения веществом, проверка закона обратных квадратов расстояний | Эффект Комптона |
| Искусственная (наведенная) радиоактивность и определение периодов полураспада нуклидов | Эффект <u>Мёссбауэра</u> |

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

примеры задач

| | |
|---|-----------------------------------|
| Оценка средней энергии мюонов космического излучения на поверхности Земли | Работа на установке |
| Определение константы слабого взаимодействия и масс промежуточных бозонов из среднего времени жизни мюона | Работа на установке |
| Определение масс и времени жизни K -мезонов и Λ -гиперона | Обработка трековой информации |
| Изучение pp -рассеяния при энергии протонов 660 МэВ | Обработка трековой информации |
| Изучение распадов долгоживущего K_L^0 -мезона | Обработка трековой информации |
| Определение массы нейтрального π^0 -мезона | Обработка трековой информации |
| Сохранение P -четности при аннигиляции позитронов | Работа на установке |
| Изучение схемы распада положительного пиона | Обработка трековой информации |
| Система измерений и обработки трековой информации методами компьютерной графики | Работа с программным обеспечением |

Зарубежные университеты

1. [California Institute of Technology \(Caltech\). Pasadena, California, USA](#)
2. [Stanford University \(Stanford\). Stanford, California, USA](#)
3. [University of Oxford \(Oxford\). Oxford GB](#)
4. [Ludwig-Maximilians universitat Munchen](#)

CALTECH
California Institute of Technology

Вводная лаборатория

Введение в экспериментальную физику и анализ данных применительно к таким разделам физики как гармоническое движение, механический резонанс и точная интерферометрия. Знакомство с необходимым электронным оборудованием, используемым в современных исследовательских лабораториях, основами сбора и анализа цифровых данных, со статистической интерпретацией данных, **профессиональным ведением учета и документирования экспериментальных исследований**, а также введение в язык программирования Mathematica. 1 семестр.

Аналоговая электроника

Лабораторный курс, посвящен проектированию сборке и тестированию аналоговых и интерфейсных схем с применением операционных усилителей. Опыт работы с электроникой не требуется. Изучаются базовые линейные и нелинейные элементы и схемы, включая усилители, фильтры, генераторы и пр. Каждая неделя включает 45-минутную лекцию и 2,5-часовую лабораторную работу. 1 семестр.

Физическая лаборатория

Курс знакомит оборудованием и методами, используемыми в квантовой физике, физике конденсированных сред, ядерной и элементарной физике. Список экспериментов включает некоторые классические исследования, включая дифракцию электронов, эксперимент Штерна-Герлаха, рассеяние Комптона и эффект Мёссбауэра. Студенты работают индивидуально и выбирают эксперименты для проведения, и каждую неделю входит 30-минутная индивидуальная подготовка и 3-часовая лаборатория. 1 семестр.

Эксперименты в электромагнетизме

Двухсеместровая последовательность экспериментов включает в себя **измерение силы между проводами с помощью самодельных аналитических весов**, измерение свойств искры напряжением 1000 вольт, а также изготовление и изучение радиоволнового передатчика и приёмника. Эксперименты производятся с помощью набора инструментов и электронных деталей. Измерения сравниваются с теоретическими ожиданиями.

Лаборатория вычислительной физики I

Курс знакомит с численными методами и научным программированием для решения физических задач с использованием Python. Темы включают численное интегрирование, поиск корней, линейные системы и дифференциальные уравнения — всё это в контексте физических моделей. Особое внимание уделяется разработке надёжного, читаемого кода и интерпретации числовых результатов с точки зрения физического явления. Ожидается, что студенты уже знакомы с работой в среде UNIX, включая навигацию по каталогам, использование командной строки, управление виртуальными средами на Python и **использование систем контроля версий**. Эти инструменты будут использоваться на протяжении всего курса, но не будут преподаваться явно. Студенты должны уметь устанавливать пакеты, выполнять скрипты и отслеживать изменения кода в рамках своего обычного рабочего процесса.

Лаборатория вычислительной физики II

Курс охватывает вычислительные методы обработки сигналов и обнаружения слабых сигналов. Темы включают преобразования Фурье, фильтрацию, оценку спектральной плотности мощности, согласованную фильтрацию и вводные байесовские методы. Студенты разработают инструменты для извлечения сигналов из зашумленных данных и количественной оценки достоверности обнаружения. Области применения связаны с обнаружением гравитационных волн, экспериментами по физике высоких энергий и квантовым тестированием гипотез. **Особое внимание уделяется практическому анализу данных и созданию надёжных, хорошо документированных аналитических конвейеров для реальных или смоделированных наборов данных.**

Лаборатория вычислительной физики III

Введение в технологию машинного обучения для моделирования и анализа физических систем. Темы включают классификацию, регрессию, уменьшение размерности и построение простых нейронных сетей. Студенты будут применять эти методы к наборам данных из физических экспериментов и симуляций, используя машинное обучение для выявления закономерностей, построения предсказательных моделей и работы с высокомерными данными. Курс также включает одну задачу обучения с подкреплением, сосредоточенную на оптимизации управления в базовой физической системе. **Особое внимание уделяется пониманию того, когда и как применять технологию машинного обучения в физике, с акцентом на интерпретируемость и использование физических ограничений при формировании подходов, основанных на обучении.**

Лаборатория продвинутой физики

Продвинутая подготовка к исследованиям в области экспериментальной физики, которая включает разделы:

- 1) электронный прием и обработка сигналов, спектральный анализ, управление обратной связью и практический опыт использования оборудования для тестирования электроники;
 - 2) оптические методы, включая визуализацию, интерферометрию, лазерную стабилизацию частоты, оптические резонаторы и LIDAR;
 - 3) атомные процессы, включая оптическую накачку, ядерный магнитный резонанс и насыщенную абсорбционную спектроскопию.
- Разделы можно проходить в любом порядке, и для каждого требуется один семестр. Специальные темы и проекты под руководством студентов могут быть доступны по запросу.

Физика измерения

Этот курс исследует фундаментальные основы экспериментальных измерений с точки зрения информации, шума, взаимозависимости, реакции и обратной связи. **Его главная цель — помочь студентам развить интуицию в выборе среди разнообразных реальных систем измерения и способов критической их оценки.**

Это включает разработку стандартной структуры для оценки окончательных и практических пределов информации, которую можно извлечь из реальной системы измерений. Темы будут включать фундаментальную природу информации и сигналов, физическую трансдукцию и реакцию на сигналы, физическое происхождение шумов, модуляцию, преобразование частот, синхронное обнаружение, методы дискретизации сигналов, оцифровку, преобразования сигналов, спектральный анализ и методы корреляции. Первый семестр охватывает основные основы, а темы второго семестра будут различаться из года в год в зависимости от интересов. Среди возможных тем — измерения в области высокой частоты, микроволновых и быстрых временных измерений; биологические интерфейсы и биосенсорирование; физику функциональной визуализации мозга; квантовые измерения.

Продвинутая экспериментальная физика

Односеместровый лабораторный курс, который потребует от студентов проектирования, сборки, калибровки и использования установки для проведения непростого эксперимента, связанного с квантовой оптикой или другой текущей областью физики. **Студенты будут работать в небольшой команде, чтобы воспроизвести результаты опубликованной научной работы.** Каждую команду будет сопровождать инструктор, который будет еженедельно встречаться со студентами; Ожидается, что каждый из студентов проведёт в лаборатории в среднем 4 часа в неделю, а остальное время — на изучение и проектирование. Количество учащихся ограничено.