

# Методика нейтронного эксперимента (С.Е.Кичанов)

(магистры, 1-й и 2-й курсы, осень 2018 – 19 уч. год)

- Тема 1. **НЕЙТРОН: ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА, НЕЙТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ И СИСТЕМЫ ЗАМЕДЛЕНИЯ НЕЙТРОНОВ**  
Основные свойства нейтрона. Источники нейтронов. Источники нейтронов на основе реакции деления. Исследовательские реакторы: стационарные и импульсные. Нейтронные источники на основе ускорителей частиц. Замедление нейтронов.
- Тема 2. **СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ НЕЙТРОННЫХ ПУЧКОВ**  
Системы коллимации нейтронных пучков. Зеркальные нейтроноводы. Механические селекторы скоростей. Прерыватели пучков нейтронов. Кристаллические фильтры и монохроматоры.
- Тема 3. **ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНИКУ ДЕТЕКТОРОВ НЕЙТРОНОВ**  
Физические процессы детектирования нейтронов. Пропорциональный газовый детектор нейтронов. Линейный позиционно-чувствительный газовый детектор. Двухкоординатный позиционно-чувствительный газовый детектор. Сцинтилляционный детектор нейтронов. Другие типы детекторов нейтронов.
- Тема 4. **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕЙТРОНОВ С ВЕЩЕСТВОМ**  
Понятие сечений рассеяния и поглощения нейтронов. Когерентная и некогерентная длина рассеяния нейтронов. Ядерное рассеяние нейтронов. Закон рассеяния.
- Тема 5. **ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ АМОРФНЫХ ТЕЛ И ЖИДКОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ РАССЕЯНИЯ НЕЙТРОНОВ**  
Исследования структуры аморфных тел и жидкостей. Парные корреляционные функции и структурные факторы. Парциальные парные радиальные распределения. Парциальные корреляционные функции флуктуаций плотности и концентрации. Схема установки для исследования аморфных материалов и жидкостей.
- Тема 6. **МАЛОУГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ**  
Малоугловое рассеяние нейтронов. Основные теоретические представления. Случай однородных частиц. Рассеяние в области малых углов. Приближение Гинье. Понятие радиуса инерции. Рассеяние Порода. Спектрометры малоуглового рассеяния на стационарных и импульсных источниках нейтронов.
- Тема 7. **ОСНОВЫ НЕЙТРОННОЙ ДИФРАКЦИИ**  
Основные теоретические представления. Атомные плоскости в кристаллах и понятие обратной решетки. Условие Вульфа-Брэгга дифракции волн на кристаллах. Структурный фактор и сечение дифракции нейтронов. Практические основы индексирования нейтронных дифрактограмм. Экспериментальные методы нейтронной дифракции. Времяпролётная нейтронная дифрактометрия.

- Тема 8. **НЕЙТРОННАЯ РЕФЛЕКТОМЕТРИЯ**  
Основные принципы нейтронной рефлектометрии. Случай тонкой плоскопараллельной пленки. Влияние поглощения и некогерентного рассеяния на отражение нейтронов. Магнитная рефлектометрия. Устройство нейтронных рефлектометров. Получение поляризованных нейтронов. Поляризационные фильтры. Прецессия магнитных моментов поляризованных нейтронов в однородном магнитном поле. Устройства для поворота спина нейтронов.
- Тема 9. **ТРЕХОСНЫЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ СПЕКТРОМЕТР. НЕУПРУГОЕ НЕКОГЕРЕНТНОЕ РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ**  
Принципиальная схема трехосного кристаллического спектрометра. Методы сканирования обратного пространства. Основы методов исследования некогерентного рассеяния нейтронов. Некогерентное приближение. Времяпролетный спектрометр прямой геометрии. Времяпролетный спектрометр обратной геометрии. Спектрометр обратного рассеяния на стационарном нейтронном источнике. Времяпролетный спектрометр неупругого рассеяния прямой геометрии. Времяпролетный спектрометр неупругого рассеяния обратной геометрии.
- Тема 10. **МЕТОДЫ КВАЗИУПРУГОГО РАССЕЯНИЯ НЕЙТРОНОВ**  
Основные теоретические положения квазиупругого рассеяния нейтронов. Модель прыжковой диффузии. Модель вращательной диффузии. Спектрометры для исследования процессов квазиупругого рассеяния нейтронов.
- Тема 11. **МЕТОД НЕЙТРОННОЙ РАДИОГРАФИИ И ТОМОГРАФИИ**  
Основные понятия нейтронной радиографии. Полное сечение поглощение нейтронов. Принципиальная схема установки для исследования методом нейтронной радиографии. Специальные детекторы для получения нейтронных изображений. Метод нейтронная томография. Процедура восстановления трехмерных данных их угловых нейтронных радиограмм.
- Тема 12. **СИСТЕМЫ ОКРУЖЕНИЯ ОБРАЗЦА В НЕЙТРОНОГРАФИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ**  
Основы техники и методики систем окружения образца. Системы создания высоких температур на образце. Криогенные системы. Создание высоких давлений на образце. Магнитные поля в эксперименте. Нагрузочные машины.

### Литература

1. А.В.Белушкин, Введение в методику рассеяния нейтронов, М.: МГУ, 2000.
2. И.И. Гуревич, Л.В. Тарасов, Физика нейтронов низких энергий, М: Наука, 1965.
3. «Рассеяние тепловых нейтронов» под ред. Игелстаффа, М.: Атомиздат, 1970.
4. Д.И.Свергун, Л.А.Фейгин, Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние, М.: Наука, 1986.
5. Современная нейтронография: Международная научная школа. Методы рассеяния нейтронов:Лабораторный практикум. – Дубна:ОИЯИ, 2012. – 63 с.
6. В.Л. Аксёнов, А.М. Балагуров, Времяпролётная нейтронная дифрактометрия, 1996, УФН, т. 166, № 9, с. 955

**Текущий контроль успеваемости проводится на 7 неделе в форме коллоквиума**

**Примерные вопросы для коллоквиума**

1. Замедление нейтронов.
2. Коллимация нейтронных пучков.
3. Нейтроноводы.
4. Механические селекторы скоростей.
5. Прерыватели пучка нейтронов.
6. Кристаллические фильтры и монохроматоры.
7. Сцинтилляционный детектор нейтронов.
8. Пропорциональный газовый детектор нейтронов.
9. Линейный позиционно-чувствительный газовый детектор.
10. Двухкоординатный позиционно-чувствительный газовый детектор.
11. Экспериментальные методы нейтронной дифракции.