

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»  
(НИЦ «Курчатовский институт»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Помощник президента Центра



А.В. Николаенко

«29» 11 2021 г.

Дополнительная профессиональная программа  
(повышения квалификации)  
«Обучение основам нейтронографии»

Проект ДОНМ: «Курчатовский класс»

Автор:  
Чубова Н.М. НИЦ «Курчатовский институт», к.ф.-м.н.

Москва, 2021

## Раздел 1 «Характеристика программы»

### 1.1. Цель реализации программы

Совершенствование профессиональных компетенций слушателей в области обучения основам нейтронографии.

### Совершенствуемые компетенции

№	Компетенция	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Бакалавриат
		Код компетенции
1.	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК – 8

### 1.2. Планируемые результаты обучения

№	Уметь – знать	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Бакалавриат
		Код компетенции
1.	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать элементы учебного занятия/учебной работы по темам курса «Основы нейтронографии»</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности, применение и открытие нейтронографии;</li> <li>- особенности взаимодействия нейтронов с разными веществами;</li> <li>- специфику и описание магнитного рассеивания нейтронов, нейтронографию магнетиков;</li> <li>- конструкции и основные элементы нейтронных экспериментальных станций;</li> <li>- перспективы развития нейтронных исследований в России и в мире;</li> <li>- возможности научных экспериментов на установках класса Мегасайенс;</li> <li>- особенности и алгоритм разработки элементов</li> </ul>	ОПК-8

	учебного/учебной работы занятия по темам курса «Основы нейтронографии» в рамках проекта ДОНМ «Курчатовский класс».	
2.	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать методические материалы для школьников по темам курса «Основы нейтронографии» - «Тематическая рабочая тетрадь»</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности обучения школьников по темам курса «Основы нейтронографии»;</li> <li>- стратегию разработки методического материала для школьников «Тематическая рабочая тетрадь» курса «Основы нейтронографии»</li> </ul>	ОПК-8

**1.3. Категория обучающихся (слушателей):** уровень образования – ВО, область профессиональной деятельности – преподавание физики на уровне основного общего, среднего общего образования.

**1.4. Форма обучения:** очная с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения.

**1.5. Режим занятий:** доступ к образовательной платформе организации круглосуточно при соблюдении установленных сроков обучения.

**1.6. Трудоемкость программы:** 36 часов.

## Раздел 2. «Содержание программы»

### 2.1. Учебный (тематический) план

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Трудоемкость	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практическая работа		
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Теоретические основы нейтронографии</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>1</b>		
1.1	Нейтронография: открытие, особенности, применение		4			
1.2	Взаимодействие нейтронов с веществом. Дифракция нейтронов		2			
1.3	Магнитное рассеяние нейтронов. Нейтронография магнетиков		2			
1.4	Конструкция и основные элементы нейтронных экспериментальных станций.		2			
1.5	Перспективы развития нейтронных исследований в России и в мире.		2			
1.6	Научные эксперименты на установках класса Мегасайенс		2			
1.7.	Промежуточная аттестация	1		1		Тестирование №1
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Обучение школьников основам нейтронографии в рамках проекта ДОНМ «Курчатовский класс»</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	
<b>2.1</b>	Обучение школьников по темам курса «Основы нейтронографии»	9	2	2	5	Практическая работа №1,2
2.2	Особенности подготовки методического материала для школьников «Тематическая рабочая тетрадь»	8	3		5	Практическая работа № 3

5.	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>4</b>		<b>4</b>		Зачет на основании результатов выполненных практических работ, тестирования и презентации практической работы №3.
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	

## 2.2. Учебная программа

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
<b>Раздел 1. Теоретические основы нейтронографии</b>		
Тема 1.2. Нейтронография: открытие, особенности, применение	Лекция 4 часа	Открытие нейтрона. Особенности строения ядра с учётом нейтронографии. Первые реакторы. Современный научный ландшафт. Ионизирующее излучение. Природа нейтронного излучения. Мировые источники нейтронов. Виды источников нейтронов. Основные направления применения нейтронов.
Тема 1.2 Взаимодействие нейтронов с веществом. Дифракция нейтронов.	Лекция 2 часа	Теоретические основы взаимодействия нейтронов с веществом. Механизм взаимодействия с веществом, особенности воздействия на организм человека нейтронного излучения. Группы методов, основанных на применении нейтронного излучения. Исследуемые объекты. Структурные параметры, извлекаемые с использованием нейтронов. Краткий обзор применения дифракции тепловых нейтронов для изучения структуры вещества.
Тема 1.3 Магнитное рассеяние нейтронов. Нейтронография магнетиков.	Лекция 2 часа	Магнитное брэгговское рассеяние неполяризованных нейтронов. Описание магнитных структур. Формализм для описания магнитных структур. Магнитный структурный фактор. Различные способы обработки магнитных структур. Примеры проведенных исследований.

Тема 1.4 Конструкция и основные элементы нейтронных экспериментальных станций.	Лекция 2 часа	Нейтронная система реактора. Конструкционные особенности нейтронных станций. Особенности применения: нейтронные исследовательские комплексы на базе реактора ИР-8 и ПИК.
Тема 1.5 Перспективы развития нейтронных исследований в России и в мире.	Лекция 2 часа	Перспективы развития экспериментальной инфраструктуры нейтронных исследований. Основные тренды развития нейтронных исследований в мире. Перспективы развития ландшафта megascience. Федеральная научно-техническая программа развития синхротронных и нейтронных исследований и инфраструктуры на 2019-2027 годы.
Тема 1.6 Научные эксперименты на установках класса Мегасайенс	Лекция 2 час	ФНТП синхротронно-нейтронных исследований. Понятие проектов класса «Мегасайенс» на примере установок ИТЭР и ФАИР
Тема 1.7 Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа 1 час	Тестирование по разделу №1
<b>Раздел 2. Обучение школьников основам нейтронографии в рамках проекта ДОНМ «Курчатовский класс»</b>		
Тема 2.1. Обучение школьников по темам курса «Основы нейтронографии»	Лекция 2 часа	Особенности обучения школьников по темам курса «Основы нейтронографии» проекта ДОНМ «Курчатовский класс». Особенности и алгоритм разработки элементов учебного занятия/учебной работы по темам курса «Основы нейтронографии».
	Практическая работа 2 часа	<b>Тренинг №1</b> Разработка элементов учебного занятия по темам курса «Основы нейтронографии» (тема, учебное занятие, по выбору обучающихся).
	Самостоятельная работа 2 часа	<b>Практическая работа №1</b> Разработка элементов урока-конференции «Элемент экспериментальной станции».
	Самостоятельная работа 3 часа	<b>Практическая работа №2</b> Разработка элементов домашней самостоятельной работы для школьников «Изучения материалов по существующим

		установкам мегасайнс с индивидуальным выбором объекта исследования».
Тема 2.2. Особенности подготовки методического материала для школьников «Тематическая рабочая тетрадь»	Лекция 3 час	Особенности разработки методического материала в виде тематической тетради для школьников. Стратегия разработки методического материала для школьников «Тематическая рабочая тетрадь» курса «Основы нейтронографии».
	Самостоятельная работа 5 часов	<b>Практическая работа №3</b> Разработка «Тематической рабочей тетради» направленной на формирование естественнонаучной грамотности по физике разделов «Цепная реакция», «Нейтронография», «Ионизирующее излучение». Создание макета презентации практической работы №3.
<b>Итоговая аттестация</b>	Зачёт, 4 часа	Зачет на основании результатов выполненных практических работ, тестирования и презентации практической работы №3

### Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»

#### 3.1. Промежуточная аттестация.

Требования к работе: тестовые задания выполняются самостоятельно.

**Критерии оценивания:** выполнено более 65%

**Оценивание:** зачет/незачет

**Примеры вопросов для прохождения промежуточной аттестации:**

#### Тестирование №1

1. Ионизирующее излучение - это

А. любое излучение, вызывающее ионизацию среды, т. е. протекание электрических токов в этой среде, в том числе и в организме человека, что часто приводит к разрушению клеток, изменению состава крови, ожогам и другим тяжелым последствиям;

- Б. нейтронное излучение, не оказывающее воздействие на клетки;
- В. испускание альфа-частиц.

2. Продолжите фразу Альфа(а)-излучение представляет собой поток ядер гелия...

- А. обладающих большой скоростью
- Б. не имеющих электрического заряда
- В. не отклоняются в электрических и магнитных полях

3. Какие лучи не отклоняются в электрических и магнитных полях?

- А. Альфа
- Б. Бетта
- В. Гамма-лучи
- Г. все

## **Тестирование №2**

1. Что такое активная зона реактора?

- А. это в среда, в которой происходит процесс размножения нейтронов
- Б. это среда, в которой накапливаются нейтроны
- В. это среда, где консервируются нейтроны

2. Верно ли утверждение:

А. Нейтроновод – это канал, по которому распространяется направленный поток нейтронов

Б. Нейтроноводу не нужна защита

В. нейтроновод используются для вывода сформированных пучков нейтронов из источника (реактор, ускоритель)

3. Напишите определение Дифрактомерт- это...

### **3.2. Текущий контроль.**

#### **3.2.2. Практическая работа №1**

Разработка элементов урока-конференции «Элемент экспериментальной станции».

**Требования к работе:** работа осуществляется на основании алгоритма разработки элементов учебного занятия/учебной работы по темам курса «Основы нейтронографии».

**Критерии оценивания:** все шаги алгоритма выполнены правильно в полном объеме

**Оценивание:** зачет/незачет

### 3.2.5. Практическая работа №2

Разработка элементов домашней самостоятельной работы для школьников «Изучения материалов по существующим установкам мегасайнс с индивидуальным выбором объекта исследования».

**Требования к работе:** работа осуществляется на основании алгоритма разработки элементов учебного занятия/учебной работы по темам курса «Основы нейтронографии».

**Критерии оценивания:** все шаги алгоритма выполнены правильно в полном объеме

**Оценивание:** зачет/незачет

### 3.2.6. Практическая работа №3

Разработка «Тематической рабочей тетради» направленной на формирование естественнонаучной грамотности по физике раздела «Основы нейтронографии». Создание макета презентации проекта.

**Требования к работе:** работа осуществляется на основании стратегии разработки методического материала для школьников «Тематическая рабочая тетрадь» курса «Основы нейтронографии».

**Критерии оценивания:** все шаги стратегии выполнены правильно в полном объеме

**Оценивание:** зачет/незачет

**3.3. Итоговая аттестация:** зачет на основании результатов выполненных практических работ, тестирования и презентации практической работы №3

## **Раздел 4. «Организационно-педагогические условия реализации программы»**

### **4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

#### **Нормативные документы:**

1.Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в ред. от 08.12.2020) // [Электронный ресурс] // URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения 03.02.2021).

2.Приказ Минобрнауки Росси № 413 от 17.05.2012 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (в ред. от 11 декабря 2020 г.) // [Электронный ресурс] // URL: <http://base.garant.ru/70188902/> (дата обращения 03.02.2021).

3.Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. № 1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (в ред. от 11.12.2020) // [Электронный ресурс] // URL: <http://base.garant.ru/55170507/> (дата обращения 03.02.2021).

4.Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от

29 декабря 2010 г. № 189 (с изменениями и дополнениями) // [Электронный ресурс] // URL: <http://base.garant.ru/12183577/> (дата обращения 03.02.2021).

### **Основная литература**

1.Лычагин Е.В., Козленко Д.П., Седышев П.В., Швецов В.Н. Нейтронная физика в ОИЯИ — 60 лет Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка // УФН. 2016, 186, №3, С. 265–274.

2.Аксенов В.Л., Балагуров А.М. Дифракция нейтронов на импульсных источниках // УФН, 2016, 186, №3, С. 293–320.

3.Пирогов А.Н., Сёмкин М.А. Структурная и магнитная нейтронография // Учебное пособие // Издательство Уральского университета, 2020, С. 171.

4.Солодихина М.В. Формирование мышления будущих инноваторов в учебной проектной деятельности. Школа и производство, 2019, № 3, С. 15.

5.Ефимова В. Г., Худякова А. В. Дидактическое обеспечение формирования познавательных универсальных учебных действий на уроках физики// Физика в школе. 2018, № 7, С. 25-33.

### **Дополнительная литература**

1.Ковальчук М.В. Наука и жизнь: Моя конвергенция / Избранные научные труды. Т. 2. – М.: ИКЦ Академкнига, 2011.

2.Гуревич И.И., Тарасов Л.В. Физика нейтронов низких энергий / М: Наука, 1965.

3.Нозик Ю.З., Озеров Р.П., Хениг К. Структурная нейтронография / Атомиздат, М. 1979.

4.Изюмов Ю.А., Найш В.Е., Озеров Р.П. Нейтронография магнетиков. / Атомиздат. М. 1981.

5.Аксенов В.Л., Балагуров А.М., Времяпролетная нейтронная дифрактометрия / УФН. 1996, 166, 9.

6.Михайлин В., Халилов В.Р., Синхротронное излучение и его применения [Текст] / МГУ. М. 1980.

7.Бор Н. Прохождение атомных частиц через вещество / Пер.с англ. Галанина А.Д.; Под ред. Смородинского Я.А. - М.: Иностранная литература, 1950. С.152.

8.Лабораторный практикум по направлению «Исследования конденсированных сред ядерно-физическими методами».

9.Учебное пособие. Под ред. Аксенова В.Л., Москва, МГУ, 1998.

10.Рассеяние тепловых нейтронов / под ред. Игелстаффа П., М.: Атомиздат, 1970.

11.Асланов Л.А. Инструментальные методы рентгеноструктурного анализа / М.: Изд. МГУ. 1983. С. 288.

12.Порай-Кошиц М.А. Основы структурного анализа химических соединений / М., Высшая школа. 1989. С. 182.

13.Чернышев В.В. Определение кристаллических структур методами порошковой дифракции / Изв. Академии наук. Серия химическая. 2001, № 12, С. 2174-2190.

14.Боуэн Д.К, Таннер Б.К. Высокорастворяющая рентгеновская дифрактометрия и топография. / С.-Пб.: Наука, 2002.

15.X-Ray and Neutron Dynamical Diffraction. Theory and Applications. / Ed. by Andre Authier. – NY and London: Plenum Press, 1996.

### **Электронные ресурсы**

1. <http://www.pnpi.spb.ru/ustanovki/reaktor-pik>
2. <http://www.nrcki.ru/>
3. <https://www.ill.eu/users/support-labs-infrastructure/software-scientific-tools/grasp>
4. <https://www.originlab.com/>

5. <https://naukatv.ru/programs/19>

6. <http://kcsni.nrcki.ru/>

#### **4.2. Материально-технические условия реализации программы**

Компьютерное оборудование; видео- и аудиовизуальные средства обучения.

Наличие доступа педагогических работников и слушателей к информационно-телекоммуникационной сети Интернет, оснащение компьютерным оборудованием: веб-камерой, микрофоном, аудиоколонками и (или) наушниками.

Функционирующий интернет-портал с разработанным специализированным разделом, на базе которого реализуется обучение с использованием дистанционных образовательных технологий. В специализированном разделе интернет-портала размещаются лекционные материалы, материалы практических и самостоятельных работ, оценочные материалы согласно разработанной программе повышения квалификации.

#### **4.3. Кадровое обеспечение программы**

Проведение Программы обеспечивают работники НИЦ «Курчатовский институт».