

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(НИЯУ МИФИ)»**



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор НИЯУ МИФИ

Е.Б. Весна

2021 г.

**Дополнительная профессиональная программа  
(повышение квалификации)**

Интеграция знаний о ядерной физике и технологиях  
в преподавание физики в атомных классах

Авторы курса:

Колдобский Александр Борисович,  
доцент, к.ф.-м.н.

Ксенофонтов Александр Иванович,  
доцент, к.ф.-м.н.

Тихомиров Георгий Валентинович,  
зам. директора ИЯФиТ НИЯУ МИФИ,  
д.ф.-м.н., профессор

Москва 2020

## Раздел 1. Характеристика программы

**1.1. Цель реализации программы.** Совершенствование профессиональных компетенций обучающихся в области интеграции знаний о ядерной физике и технологиях в преподавание физики в атомных классах средней общеобразовательной школы.

### Совершенствуемые компетенции:

№	Компетенция	Направление подготовки Педагогическое образование 44.03.01 Бакалавриат
		Код компетенции
1	Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий)	ОПК-2
2	Способен проектировать педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний и результатов исследований	ОПК-8

### 1.2. Планируемые результаты обучения

№	Знать – уметь	Направление подготовки Педагогическое образование 44.03.01 Бакалавриат
		Код компетенции
		ОПК – 8
1	<b>Знать:</b> 1.Примеры использования ядерных технологий в России и мире, воздействия радиации на живые организмы, современное состояние и перспективы развития атомной отрасли. 2.Методы интеграции знаний о ядерной физике и технологиях в обучение школьников в атомных классах на уровне среднего общего образования. 3.Стратегии проектирования учебных занятий по ядерной физике и технологиям в атомных классах. <b>Уметь:</b> Разрабатывать учебные занятия по ядерной физике и технологиям в атомных классах.	ОПК – 8
2	<b>Знать:</b> Стратегии проектирования образовательных программ по ядерной физике и технологиям с учетом	ОПК – 2, ОПК – 8

	современных естественно-научных знаний в рамках обучения атомных классов.	
	<b>Уметь:</b> Проектировать образовательные программы по ядерной физике и технологиям, а также составляющие ее модули в обучении атомных классов	

### 1.3. Категория обучающихся

Уровень образования – высшее образование, область профессиональной деятельности — обучение физике в атомных классах на уровне среднего общего образования.

### 1.4. Форма обучения

Форма обучения: очная.

1.5. Режим занятий: 6 календарных дней по 6 часов, в том числе 26 аудиторных часов и 10 часов самостоятельной работы.

1.6. Трудоемкость программы: 36 ч.

## Раздел 2. Содержание программы

### 2.1 Учебный план

№ п/п	Наименование разделов, модулей и тем	Аудиторные учебные занятия			Внеаудиторная работа	Форма контроля	Трудоемкость
		Всего аудит. часов	Лекции	Практические занятия	Самост. работа		
1	Модуль 1. Атомы и молекулы. Элементы и изотопы. Периодическая таблица и карта нуклидов.	8	4	4	3	Тестирование	11
2	Модуль 2. Природные источники радиации и природный радиационный фон. Разработка учебного занятия по ядерной физике и технологиям в атомных классах	6	3	3	4	Проект № 1	10
3	Модуль 3. Воздействие радиации на живые организмы.	6	3	3	5	Проект № 2	11

	Разработка образовательной программы по ядерной физике и технологиям, а также составляющих ее модулей для преподавания в атомных классах.						
4	Итоговая аттестация	4		4		Зачет на основании совокупности выполненных проектов, результата тестирования и защиты проекта №2.	4
Итого:		24	10	14	12	–	36
<b>Общий итог:</b>							<b>36</b>

## 2.2 Учебная программа

### Содержание курса

Тема	Виды учебных занятий / учебных работ	Содержание
Модуль 1. Атомы и молекулы. Элементы и изотопы. Периодическая таблица и карта нуклидов.	Лекция. 4 часа	История освоения ядерной энергии. Роль ядерных технологий в современном мире и перспективы их развития. Ядерные технологии России. Госкорпорация «Росатом». Современная атомная энергетика. Глобальные источники энергии и мировое потребление энергии. Неэнергетические применения ядерной энергии. Ядерная медицина. Использование источников ионизирующего излучения в промышленности и сельском хозяйстве. Радиоизотопные термоэлектрические генераторы (РИТЭГ). Ядерная энергия в космосе.
	Практические занятия. 4 часа	Обсуждения роли ядерных технологий в современном мире и перспективы их развития. Проведение сравнительного анализа ядерных технологий России и других стран мира. Поиск примеров неэнергетического использования ядерной энергии. Обсуждение роли и места ядерной медицины в отрасли здравоохранения. Рассмотрение роли источников ионизирующе-

		го излучения в промышленности и сельском хозяйстве и поиск их аналогов.
	Самостоятельная работа, 3 часа	<b>Тестирование</b> из 20 вопросов закрытого типа, сформированное на основе изученного материала.
Модуль 2. Природные источники радиации и природный радиационный фон. Разработка учебного занятия по ядерной физике и технологиям в атомных классах.	Лекция. 3 часа	Ионизирующие излучения, их источники. Понятия плотности потока излучения и активности источника. Единицы измерения радиационной физики. Дозы облучения, их виды (поглощённая, эквивалентная, эффективная) и взаимосвязь. Мощность дозы как самостоятельная качественная характеристика воздействия излучения. Основные характеристики радионуклидов. Типы распада. закон радиоактивного распада, постоянная распада, период полураспада. Природные радионуклиды. Структура среднепланетной фоновой дозы, её естественные и техногенные составляющие. Региональные вариации фоновой дозы. Роль фоновой дозы при нормировании облучения населения. Линейная беспороговая гипотеза воздействия излучения, консервативность её концепции. Отношение широких масс населения к атомной энергетике и радиационным технологиям. "Атомные страхи" и их причины. Синдром NIMBY. Технологические риски и крупные техногенные аварии. Шкала ИНЕС как основа классификации радиационных происшествий, критерии её формирования. Наиболее серьёзные ядерные и радиационные аварии. Статистика пострадавших в них в СССР и России. Уроки Чернобыля. Методы интеграции знаний о ядерной физике и технологиях в обучение школьников в атомных классах на уровне среднего общего образования. Стратегия проектирования учебных занятий по ядерной физике и технологиям в атомных классах.
	Практические занятия. 3 часа	Решение задач по теме лекции. Анализ отношения широких масс населения к атомной энергетике и радиационным технологиям. Обсуждение возможных путей увеличения осведомленности населения, касаясь атомной энергетике. Рассмотрение последствий серьёзных ядерных и радиационных аварий на сознание общества.
	Самостоятельная работа, 4 часа	<b>Проект №1</b> 1. Разработка учебного занятия по ядерной физике и технологиям в атомных классах.

		2. Подготовка в формате презентации проекта учебной программы занятия по ядерной физике и технологиям в атомных классах.
Модуль 3. Воздействие радиации на живые организмы. Разработка образовательной программы по ядерной физике и технологиям, а также составляющих ее модулей для преподавания в атомных классах.	Лекция. 3 часа	Действие ионизирующих излучений на организм человека. Стохастические и детерминистские эффекты. Хроническая лучевая болезнь. Внешнее, внутреннее и смешанное облучение. Критические органы при внутреннем облучении. Иодная блокада. Основные принципы защиты от переоблучения. Принципы ALARA и их практическая реализация. Юридические основы обеспечения радиационной безопасности (ФЗ). Важнейшие подзаконные нормативные документы (НРБ и ОСПОРБ), их содержание и структура. Аппаратурное обеспечение радиационной безопасности, простейшие радиометры и дозиметры. Основы индивидуальной дозиметрии. Особая роль радона при формировании фоновой дозы, её учёт действующими нормативами и практическими действиями. Системы национального радиационного контроля в России (ЕГАСМРО и АСКРО), их информационные ресурсы и доступ к ним. Стратегия проектирования образовательных программ по ядерной физике и технологиям с учетом современных естественно-научных знаний в рамках обучения атомных классов.
	Практические занятия, 3 часа	Поиск примеров действия ионизирующего излучения на организм человека. Решение задач по теме лекции. Ознакомление с нормативными документами. Практическое использование информационных ресурсов системы национального радиационного контроля в России.
	Самостоятельная работа, 5 часов	<b>Проект №2</b> Разработка образовательной программы по ядерной физике и технологиям, а также составляющих ее модулей для преподавания в атомных классах.
Итоговая аттестация	Самостоятельная работа, 4 часа	Защита Проекта №2 Зачет на основании совокупности выполненных проектов, результата тестирования и защиты Проекта №2.

### Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

#### Тестирование по итогам изучения Модуля 1

Примеры вопросов тестирования:

1. *Какая страна имеет больше всех работающих энергетических ядерных реакторов? Выберите один вариант ответа:*

- а. Россия
- б. США
- в. Япония
- г. Китай
- д. Франция

2. *Какая страна имеет наибольшую долю выработки электроэнергии на АЭС? Выберите один вариант ответа:*

- а. Россия
- б. США
- в. Япония
- г. Китай
- д. Франция

3. *Период полураспада радиоактивного изотопа - 1 год. За какое время распадается четверть от первоначального числа ядер этого изотопа? Выберите один вариант ответа:*

- а. 0.2 года
- б. 0.4 года
- в. 0.6 года
- г. 0.8 года

4. *Средняя энергия нейтронов деления приблизительно равна \_\_\_\_\_. Выберите один вариант ответа:*

- а. 0.5 МэВ
- б. 1 МэВ
- в. 2 МэВ
- г. 10 МэВ

5. *Какая ядерная реакция, в основном, приводит к накоплению в тепловом реакторе элементов с  $Z > 92$ ? Выберите один вариант ответа:*

а. деления

б.  $(n, 2n)$

в.  $(n, p)$

г. радиационного захвата

б. *Осколки, образующиеся в результате реакции деления тяжелых ядер, как правило, испытывают распад \_\_\_\_\_. Выберите один вариант ответа:*

а. альфа

б. бета-минус

в. бета-плюс

г. все перечисленные

**Критерии оценивания тестирования:** выполнено / не выполнено.

Тестирование успешно пройдено, если результат – 60 и более процентов выполнения заданий.

### **Проект № 1**

1. Разработка учебного занятия по ядерной физике и технологиям в атомных классах.

2. Подготовка в формате презентации проекта учебного занятия по ядерной физике и технологиям в атомных классах.

#### **Требования к разработке (Проект № 1):**

Разработка осуществляется на основании стратегии проектирования учебных занятий по физике с учетом современных естественно-научных и физико-инженерных знаний в рамках обучения атомных классов.

В презентации должен быть представлена структура учебного занятия по ядерной физике и технологиям на основе знаний и задач, посвященных теме роли ядерных технологий в современном мире и перспективам их развития, современной атомной энергетики: план проведения занятия с поэтапным ходом урока с указанием промежутка времени, этапы занятия, описание теоретической и прак-

тической частей занятия, этап самостоятельной работы, учебно-методическая база и интернет-источники.

**Критерии оценивания:**

- выполнены все требования к разработке проекта;
- логическая связность;
- доходчивость изложения материала для школьников атомных классов.

**Оценивание:** зачет/незачет

**Проект № 2**

Разработка образовательной программы по ядерной физике и технологиям, а также составляющих ее модулей для преподавания в атомных классах.

**Требования к работе (Проект № 2):**

Разработка осуществляется на основании стратегии проектирования образовательных программ по ядерной физике и технологиям с учетом современных естественно-научных знаний в рамках обучения атомных классов.

Проект должен содержать цели и задачи образовательной программы, обоснование ее актуальности, планируемые результаты обучения, содержание программы, формы контроля и аттестации, информацию об учебно-информационном обеспечении программы.

**Критерии оценивания:**

- выполнены все требования к разработке проекта;
- наличие структурно-логических связей между определёнными компонентами модуля (названием, целью, планируемыми результатами, содержанием, оценочными материалами);
- чёткое определение оценочных средств результатов освоения модуля;
- четкое определение организационно-педагогических условий для реализации модуля.

**Оценивание:** зачет/незачет

**Итоговая аттестация** - на основании совокупности выполненных проектов, результата тестирования и защиты Проекта №2.

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

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

###### **Основная литература**

1. Акатов А.А., Коряковский Ю.С.. Радиация: говорят, что... АНО «ИЦАО», 2012.
2. Акатов А.А., Коряковский Ю.С.. Энергия атома: открытия, изобретения, технологии. АНО «ИЦАО», 2017.
3. Арутюнян Р.В. Ядерная рулетка : В 2 т. — Т. 1 : Чернобыль — Фукусима: Путевые заметки ликвидатора / Рафаэль Арутюнян; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М., 2019. — 387 с.
4. Гагаринский А.Ю.. Люди и атом. Откуда мы пришли и куда идём. М., НИЦ «КИ», 2014.
5. Колдобский А.Б.. 100 вопросов и ответов об атомной энергетике. ТВЭЛ, 2018. Доступно по: <https://rosatom.ru/upload/iblock/cbe/cbeddaf18927253446f5def5070608e9.pdf>
6. Колдобский А.Б.. Атомная энергия: первое знакомство. — М. : Кучково поле Музеон, 2020. — 128 с.
7. Мелихова Е. М., Абалкина И.Л.. Диалог по вопросам риска. М., ИздАт, 2003.
8. Новиков Г.А. Обеспечение безопасности в области использования атомной энергии: учебник / Г.А. Новиков, О.Л. Шашлыков, С.Е. Щеклеин. - Екатеринбург: Изд.-во Урал ун-та, 2017. - 552 с.
9. Радиация: эффекты и источники / Научный комитет ООН по действию атомной радиации (НКДАР). 2016

10. Тошинский Г.И. Беседы о ядерной энергетике, физике реакторов и технологии модульных быстрых реакторов с теплоносителем свинец-висмут: для начинающих и не только. М.: Проспект, 2021. - 480 с.

11. Федоров В.М. Солнечная радиация и климат земли [Текст] / В. М. Федоров. - Москва : Физматлит, 2018. - 231 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Абалкина И.Л., Марченко Т.А., Панченко С.В.. Чернобыльская радиация в вопросах и ответах. М., ИБРАЭ РАН, 2006.

2. Климов А.Н.. Ядерная физика и ядерные реакторы. М., Энергоатомиздат, 2002, с. 99.

3. Колдобский А.Б.. Ионизирующие излучения – биологическое воздействие. Библиотечка «Первого сентября», серия «Физика», вып. 2/2005. М., «Чистые пруды», 2005.

4. Иродов И.Е.. Квантовая физика – основные законы. М., Лаборатория Базовых Знаний, 2001, с. 199.

#### **4.2. Интернет-ресурсы**

1. Сайт Госкорпорации «Росатом». URL: <https://www.rosatom.ru/>

2. Сайт население Земли. URL: <https://countrysimeters.info/ru/World>

3. Сайт ВР (Отчеты о потреблении энергии). URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

4. Сайт PRIS МАГАТЭ. URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>

5. Сайт МАГАТЭ. URL: <https://www.iaea.org/>

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

Компьютерное и мультимедийное оборудование, обеспечивающее образовательный процесс.