

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГОРОДА МОСКВЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ  
«ДВОРЕЦ ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ ИМЕНИ А.П. ГАЙДАРА»**

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
ЛАБОРАТОРИЯ ИНЖЕНЕРА-АТОМЩИКА**

Направленность программы: естественно-научная

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации программы: 1 год

Автор-составитель программы:  
Логотов Кирилл Дмитриевич  
Педагог дополнительного образования

Москва – 2022 год

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Пояснительная записка .....	3
2. Обучение.....	5
3. Воспитание .....	12
4. Организационные условия.....	15
Приложение 1 – Календарный учебный план.....	17

# 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1. Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Лаборатория инженера-атомщика» является естественно-научной направленностью.

## 1.2. Актуальность и педагогическая целесообразность программы.

Актуальность – во-первых, учащиеся в основной школе должны сделать важный для их дальнейшей судьбы выбор профиля или вида будущей профессиональной деятельности; обучение в профильных инженерных классах требует всесторонней подготовки. Во-вторых, существует необходимость в формировании общественной приемлемости проектов в сфере использования атомной энергии.

Педагогическая целесообразность – ориентирована на вооружение обучающихся знаниями, необходимыми для осмысления явлений и процессов, происходящих в атомной отрасли от добычи и обогащения урана до утилизации и захоронения радиоактивных отходов. В результате реализации программы, обучающиеся освоят и будут применять методы изучения физических явлений, обретут навыки работы с дозиметром, проводить измерения и обрабатывать их, разовьют способность самостоятельной мыслительной и поисково-исследовательской деятельности. Разработанная программа поможет определиться в поступлении в инженерные атомные классы.

## 1.3. Основные особенности программы

Отличительной особенностью программы является то, что занятия помогут почувствовать, как научные теории и факты превращаются в увлекательную историю, которая преподносится интересным и ярким языком, с ориентацией на возраст аудитории.

## 1.4. Форма обучения

Форма обучения: очная.

## 1.5. Форма организации занятий

Занятия проводятся по группам (мини-группам).

**1.6. Объём и срок реализации программы.**

Объём программы – 72 часа.

Срок реализации программы – 1 год.

**1.7. Режим занятий.**

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 часа (время занятий включает 45 минут учебного времени и обязательный 15-минутный перерыв).

## 2. ОБУЧЕНИЕ

### 2.1. Цель и задачи обучения.

Цель – профессиональная ориентация детей возраста 14-17 лет на получение образования в области атомной энергетики, привитие им интереса и первоначальных знаний и умений в области ядерной физики, радиохимии, радиационной химии и радиоэкологии.

Задачи:

задачи в обучении:

- заложить основы систематических знаний о физике атома и атомного ядра, радиохимии, радиационной химии и радиоэкологии;
- дать представление об истории развития атомной отрасли;
- научить пользоваться и находить информацию в нормативной документации;
- дать осознание ребенку ценности, целостности и многообразия окружающего мира;
- сформировать у учащихся умения наблюдать природные явления и выполнять опыты, лабораторные работы и экспериментальные исследования с использованием измерительных приборов, широко применяемых в практической жизни;
- сформировать модель безопасного поведения в условиях повседневной жизни и в различных опасных и чрезвычайных ситуациях;
- способствовать самореализации обучающихся в изучении конкретных тем физики;
- развивать и поддерживать познавательный интерес к изучению атомной и ядерной физики, радиохимии, радиационной химии, радиоэкологии как необходимых наук для атомной отрасли;
- знакомить учащихся с последними достижениями науки и техники;
- научить решать задачи по атомной и ядерной физики и радиоэкологии.

задачи в развитии:

- развить систему интеллектуальных и практических умений по изучению явлений природы;

- развить логическое мышление, умение пользоваться методами дедукции и индукции, анализа и синтеза, формулировать выводы и обобщения;
- расширить кругозор обучающихся;
- способствовать профессиональной ориентации обучающихся;

задачи в воспитании:

- сформировать научное мировоззрение и диалектическое мышление;
  - воспитать экологическое мышление и поведение, трудолюбие и настойчивости;
- профессиональная ориентация обучающихся.

## 2.2. Учебный план:

№ п/п	Названия разделов и тем	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		всего	теория	практика	
<b>1.</b>	<b>Введение</b>	2	2		
<b>2.</b>	<b>Физика атома и атомного ядра</b>				
2.1	Строение атома и атомного ядра	10	8	6	Решение задач
2.2	Ядерный реактор	4	2	2	Решение кейса
2.3	Дозиметрический контроль (часть 1)	2	1	1	
2.4	Лазерное излучение	2	1	1	
<b>3.</b>	<b>Основы радиохимии и радиационной химии</b>				
3.1	Добыча и обогащение урана	2	1	1	
3.2	Методы разделения и производства радионуклидов	2	2		
3.3	Отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы	4	3	1	
3.4	Применение методов радиационной химии	2	2		
<b>4.</b>	<b>Основы радиоэкологии</b>				
4.1	Понятие о радиоэкологии	2	1	1	
4.2	Дозиметрический контроль (часть 2)	4	2	2	
4.3	Влияние радиоактивного фона на живые организмы и экосистемы	8	6	2	Решение задач
4.4	Аварии на ядерных объектах	4	4		
<b>5.</b>	<b>История атомной отрасли</b>				
5.1	Создание советской атомной бомбы	2	2		
5.2	Мирное использование атома	4	3	1	
5.3	Радиационная безопасность	4	4		
<b>6.</b>	<b>Проектная деятельность</b>				

6.1	Подготовка проектов	8		8	
6.2	Итоговое занятие	2		2	Защита проектов
Итого:		72	44	28	часов

Теория: ознакомление с ТБ при проведении занятий. Строение атома. Различные модели атома. Радиоактивность. Реактор. Счетчик Гейгера. Добыча урана. Обогащение урана. Применение методов радиохимии. Отработавшее ядерное топливо. Радиоактивные отходы. Примененные методов радиационной химии. Понятие о радиоэкологии. Радионуклиды. Единицы измерения активности и экспозиционной дозы. Мощность дозы. Внешнее и внутреннее облучение. Влияние радиации на человека. Влияние радиации на экосистемы. Ядерные аварии на Три-Майл-Айленд, Фукусиме, Чернобыле, Озерске. Атомный проект СССР. Атомная энергетика. Атомные ледоколы. Ядерная медицина. Радиация для сельского хозяйства. МАГАТЭ. Нормативная документация, регламентирующая работу атомной отрасли.

Практика: решение задач по темам: ядерные реакции, дефект масс, накопление цезия и стронция. Кейс «Развитие атомной энергетики в стране А». Кейс «Атомный морской бой». Проектная работа.

### 2.3. Содержание учебного плана.

#### 1 раздел. Вводное занятие

Теория: ознакомление обучающихся с ТБ при проведении занятий, знакомство с целями и задачами курса.

#### 2 раздел. Физика атома и атомного ядра

##### Тема 2.1. Строение атома и атомного ядра

Теория: Открытие протона, нейтрона, электрона. Открытие радиоактивности Беккерелем. Опыт по обнаружению сложного состава радиоактивного излучения. Сложный состав радиоактивного излучения,  $\alpha$ ,  $\beta$ - и  $\gamma$ -частицы. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Планетарная модель атома. Массовое и зарядовое числа. Протонно-нейтронная модель ядра. Физический смысл массового и зарядового числа. Особенности ядерных сил. Энергия связи ядра. Формула для определения дефекта масс любого ядра. Законы сохранения массового числа и заряда при радиоактивных превращениях. Модель процесса деления ядра урана. Выделение энергии.

Практика: Решение задач.

##### Тема 2.2. Ядерный реактор

Теория: Цепная реакция деления ядер урана и условия ее протекания. Критическая масса. История реакторостроения. Природный ядерный реактор

в Окло. РБМК. ВВЭР. БН. Теплоноситель. Обычная и тяжелая вода. Физическая защита реактора.

Практика: Наглядная демонстрация материала. Решение кейса «Развитие атомной энергетике в стране А».

#### Тема 2.3. Дозиметрический контроль (часть 1)

Теория: Альфа-, бета-, гамма-радиация. Назначение, устройство и принцип действия счетчика Гейгера и камеры Вильсона. Правила пользования дозиметром.

Практика: Работа с дозиметром.

#### Тема 2.4. Лазерное излучение

Теория: Лазер. Лазерное излучение. Промышленное, бытовое, медицинское, научное применение лазера. Влияние лазерного излучения на вещество.

Практика: Наглядная демонстрация материала.

### **3 раздел. Основы радиохимии и радиационной химии**

#### Тема 3.1. Добыча и обогащение урана

Теория: Геологоразведочные работы по местонахождению урана. Открытые и закрытые способы добычи урана. Обогащения урана. Химические заводы по переработке и обогащению урана.

Практика: наглядная демонстрация материала.

#### Тема 3.2. Методы разделения и производства радионуклидов

Теория: Проблема разделения изотопов. Хроматография и экстракция. Дробная перекристаллизация. Газовая диффузия. Газовое центрифугирование. Анализ изотопного состава.

#### Тема 3.3. Отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы

Теория: Хранение и переработка отработавшего ядерного топлива. Классификация радиоактивных отходов. Технологии обработки радиоактивных отходов. Технологии кондиционирования радиоактивных отходов. Технологии очистки газообразных радиоактивных выбросов. Захоронение радиоактивных отходов. Технологии замыкания ядерного топливного цикла. Реактор БРЕСТ.

Практика: дискуссия на тему: «Проблема хранения отработанного ядерного топлива».

#### Тема 3.4. Применение методов радиационной химии

Теория: Радиолиз химических соединений. Образование свободных радикалов под воздействием ионизирующего излучения. Радиационное материаловедение. Радиолиз воды. Радиационная коррозия. Применение радиации в химии полимеров. Радиационная смешивание. Радиационное отверждение. Ядерная мембрана. Радиационная коррозия. Радиационная стерилизация.



#### **4 раздел. Основы радиэкологии**

##### Тема 4.1. Понятие о радиэкологии

Теория: Предмет, цель и задачи радиэкологии. Хроника событий возникновения радиационной ээкологии.

Практика: Тестирование.

##### Тема 4.2. Дозиметрический контроль (часть 2)

Теория: Естественные радионуклиды. Образование радионуклидов. Радон. Радиационная разведка. Единицы активности источника. Беккерель. Кюри. Экспозиционная доза. Рентген. Мощность дозы.

Практика: Кейс «Атомный морской бой».

##### Тема 4.3. Влияние радиоактивного фона на живые организмы и экосистемы

Теория: Внешнее и внутреннее облучение. Воздействие альфа-, бета-, гамма-излучения, нейтронного излучения. Предельно допустимая концентрация радионуклидов. Н.В. Тимофеев-Ресовский. Биологический парадокс. Радиационное облучение как мутагенный фактор. Лучевая болезнь: симптомы и протекание болезни. Онкология. Радиация и наследственность. Профилактика лучевых поражений. Гипотеза о связи взаимодействия человека с естественной радиоактивностью. Опасность радона. Выбросы радионуклидов. Распределение радионуклидов в экосистемах. Накопление стронция и цезия в организме. Мониторинг радиоактивных мест.

Практика: Решение задач.

##### Тема 4.4. Авария на ядерных объектах

Теория: Три-Майл-Айленд. Авария на Фукусиме Кыштымская авария. Чернобыльская авария.

#### **5 раздел. История атомной отрасли**

##### Тема 5.1. Создание советской атомной бомбы

Теория: Создание первой советской ядерной бомбы. Радиевый институт. В.Г. Хлопин. Л.П. Берия. И.В. Курчатов. Первый промышленный реактор. Семипалатинский полигон. РДС-1. РДС-2. Бомба «Кузькина мать». Бомбы «Малыш» и «Толстяк».

##### Тема 5.2. Мирное использование атома

Теория: Первый энергетический реактор. Атомная энергетика. Ледокол. Ядерная медицина. Медицинские радиоизотопы. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Практика: Наглядная демонстрация материала.

##### Тема 5.3. Радиационная безопасность

Теория: МАГАТЭ. НРБ. ОСПОРБ. Нормативная документация в области использования атомной энергетика. Предельно допустимые дозы радиации.

## **6 раздел. Проектная деятельность**

### Тема 6.1. Подготовка проекта

Практика: общие требования к оформлению проектных работ. Составление плана и дорожной карты проекта. Работа над проектом.

### Тема 6.2. Итоговое занятие

Практика: Защита проектов. Подведение итогов курса.

#### **2.4. Планируемые результаты.**

- В результате обучения по программе обучающийся:
- будет знать основные положения законов, теорий, закономерностей, правил, гипотез в области физики атома и атомного ядра, радиохимии, радиационной химии и радиозэкологии;
- будет уметь решать задачи по физике атома и атомного ядра, радиозэкологии;
- будет иметь целостное представление об атомной отрасли;
- будет иметь представление об основных деятелях атомного проекта;
- будет знать основную терминологию, относящуюся к физике атома и атомного ядра, радиохимии, радиационной химии и радиозэкологии;
- будет уметь предсказывать возможные следствия взаимодействия ионизирующего излучения с веществом;
- получит навыки дозиметрического контроля;
- будет уметь работать с дозиметром;
- будет иметь представление о применении ионизирующего излучения в современной науке и технике;
- получит навыки чтения нормативной документации.

#### **2.5. Формы определения результатов обучения**

Входной контроль – фронтальный опрос.

Промежуточный контроль – решение задач, проведение дозиметрического контроля, кейс «Развитие энергетики в стране А».

Итоговый контроль – групповой проект.

Критерии оценки учебных результатов программы:

Теоретическая подготовка

- уровень освоения теоретических знаний по основным разделам учебно-тематического плана программы;
- уровень владения специальной терминологией.

Практическая подготовка

- уровень умений и навыков, предусмотренных программой (по основным разделам учебно-тематического плана)
- уровень владения специальным оборудованием и оснащением
- уровень креативности и творческого подхода в процессе выполнения заданий курса.

### 1.6. Оценочные материалы

Формы контроля: педагогическое наблюдение, устный опрос, выполнение заданий по разделам программы.

### 1.7. Методические материалы.

Наглядные пособия: плакаты, иллюстрации, слайды, образцы материалов, фрагменты видеофильмов, оборудование для проведения опытов, экспериментов.

Дидактические материалы: раздаточный материал.

### Методические материалы

Название учебного раздела (учебной темы)	Название и форма методического материала
Введение Физика атома и атомного ядра Основы радиохимии и радиационной химии Основы радиоэкологии История атомной отрасли	Презентации Иллюстрации Фрагменты видеофильмов Образцы материалов Раздаточный материал
Физика атома и атомного ядра Основы радиоэкологии	Оборудование для проведения опытов, экспериментов Презентации Иллюстрации Фрагменты видеофильмов Раздаточный материал Образцы материалов
Проектная деятельность Итоговое занятие	Презентации Иллюстрации Фрагменты видеофильмов

## 3. ВОСПИТАНИЕ

### 3.1. Цель и задачи воспитания

**Цель воспитания** – развитие личности ребенка, самоопределение и социализация детей на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения.

**Задачи воспитания:** усвоение детьми духовно-нравственных ориентаций, соответствующих идеям Конституции РФ. и предметному содержанию образовательной программы:

- ценность истории России как истории своего народа;
- готовность к защите достоинства, интересов, культуры Отечества;
- неприятие дискриминации, экстремизма, терроризма, коррупции;
- уважение к российскому закону и правопорядку;
- ценность родной культуры, культурная идентичность;
- уважение к старшим людям;
- солидарность и взаимопомощь людей;
- здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиены, режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность), физическое совершенствование, сознательное неприятие вредных привычек;
- уважение к труду и людям труда, ценность общественного производства, профессиональной деятельности, трудовых отношений;
- ценность образования с самообразования;
- экологическая культура, личная ответственность за действия в природной среде, неприятия действий, приносящих вред природе;
- ценности научных знаний, достижений российской и мировой науки и техники, исследовательской, конструкторской, производственной деятельности;
- ценности достоверной и обоснованной информации, критического мышления, информационной безопасности;
- ценность социально значимой деятельности, общественных объединений.

### 3.2. Формы организации воспитания

Формами организации воспитания будут являться: коллективное творческое дело, проекты, образовательные события, ролевые игры, создания «портфеля» конкретных ситуаций и задач, требующих решений, исследования или научно-практической деятельности.

### 3.3. Планируемые результаты воспитания

Естественно-научная направленность:

- формирование и развитие интереса к научной деятельности, истории наук и научного познания, истории российской и мировой науки;
- развитие познавательных интересов в областях естественных наук, представлений о современной научной картине мира, достижениях российской и мировой науки и техники;
- формирование понимания значения науки в жизни российского общества, гуманитарном и социально-экономическом развитии России, обеспечении безопасности;
- развитие интереса к личностям выдающихся деятелей российской и мировой науки, к истории и деятельности научных организаций и школ, социальному значению научных знаний, этике взаимного уважения и признания вклада ученых в российскую и мировую науку, в образование и социальное развитие;
- освоение и принятие ценностей научной этики: научной честности, объективности, оценки личного вклада и общих усилий в науке, отрицания плагиата как условий успеха в научно-исследовательской деятельности;
- формирование понимания личной и общественной ответственности исследователя в науке, в научной деятельности за обеспечение безопасности людей, общества, природы, культурных ценностей, общественной справедливости, личного и национального достоинства, за осуществление мер профилактики несчастных случаев и нанесения вреда;
- развитие стремления к достижению общественного блага посредством познания, исследовательской и проектной деятельности;
- формирование сознания и способности к установлению связей между наукой и экономикой, культурой, образованием, человеческим и научно-технологическим потенциалом своей местности, региона, России;
- воспитание уважения к научным достижениям российского народа на основе знаний о вкладе российских учёных в науку;
- развитие навыков наблюдений, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественнонаучных областях познания, в исследовательской деятельности;

- развитие навыков критического мышления, определения достоверной научной информации и обоснованной критики антинаучных представлений;
- формирование и развитие опыта применения научных знаний для рационального природопользования, бережливости в использовании природных ресурсов, защиты природы, окружающей среды;
- формирование и укрепление в совместной деятельности качеств участника командной деятельности, лидерских качества, умений действовать в команде, брать на себя ответственность, достигать целей деятельности в совместной работе, творчестве;
- развитие воли, настойчивости, последовательности в достижении результатов собственной и коллективной деятельности, принципиальности при одновременной готовности к компромиссам для решения вопросов, требующих совместных действий;
- развитие нравственной рефлексии, готовности к анализу, представлению, реализации своей нравственной позиции при решении межличностных проблем.
- формирование опыта, навыков применения знаний естественных наук в социально значимой деятельности.

#### Примерный календарный план воспитания

<b>Месяц</b>	<b>Дата</b>	<b>Название темы</b>
Сентябрь	26-30.09.22	День работника атомной промышленности в России
Ноябрь	01-07.11.22	Викторина – День народного единства
Декабрь	26-30.12.22	Новогодняя гирлянда
Январь	09-13.01.23	Рождественские головоломки
Февраль	20-24.02.23	День защитника отечества
Март	06-10.03.23	Весенний праздник
Апрель	24-28.04.23	Авария на ЧАЭС
Май	02-08.05.23	День Солнца

## 4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ УСЛОВИЯ

### 4.1. Календарный учебный график.

Календарный учебный график (см. Приложение 1).

### 4.2. Условия реализации программы.

Требования к мебели: столы, доска

Требования к оборудованию учебного процесса: проектор, комплекты для опытов «Датчик ионизирующего излучения», бумага, компьютеры.

### 4.3. Список литературы.

Нормативно-правовые документы:

1. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитар.-эпидемиол. правила и нормативы: утв. 01.09.2009.
2. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010): Санитар.-эпидемиол. правила и нормативы: утв. 26.04.2010.

Литература, использованная для разработки программы:

1. Волошин Н. П. К истории отечественного атомного проекта : курс лекций для слушателей учеб. заведений «Росатома», студ. физ. специальностей вузов (14 лекций, 34 академических часа) / [отв. ред. Т. Г. Новикова]. – Ред. 2-я, испр. – М. : ИздАТ, 2009. – 315 с.
2. Жерин И.И., Амелина Г.Н. Основы радиохимии, методы выделения и разделения радиоактивных элементов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2009. – 196 с.
3. Загорец П.А., Мышкин В.Е. Радиационная химия полимеров. Образование полимеров под действием ионизирующего излучения. – М.: Изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1987. – 72 с.
4. Карелина О.А., Логутов К.Д., Садовский А.А. Многоуровневая система критериев для оценки различных видов энергетики региона // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2018. – 12-2 (732). – С. 30-35
5. Логутов К.Д. Возможности развития «зеленой энергетики» на примере Челябинской области // Материалы статей XIV Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения». – Пенза. 2019. С. 59-61.
6. Логутов К.Д., Негреев А.И., Садовский А.А. Совершенствование системы безопасности ядерных энергетических реакторов // Материалы статей XXVII Региональной научной студенческой конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири» 23-25 сентября 2019 г.: Новосибирск, 2019

7. Наумов В.С. Конспект лекций по специальным главам радиохимической технологии – 63 с.
8. Обращение с радиоактивными отходами: учеб. пособие/ А. В. Обручиков, Е. А. Тюпина – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. – 188 с.
9. Радиоэкология: пособие / Т. А. Макаревич. – Минск : БГУ, 2013. – 136 с.
10. Сборник задач по курсу «Ядерная физика»: Учебное пособие // И.И. Астапов, Н.С. Барбашина, А.Н. Дмитриева, Е.А. Задеба, С.С. Хохлов, И.И. Яшин. М.: НИЯУ МИФИ, 2019. 64 с.
11. Сельскохозяйственная радиология: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. / А. Д. Фокин, А. А. Лурье, С. П. Торшин. - СПб.: Лань, 2011. - 416 с.
12. Физика. 9 кл. : учебник / А. В. Перышкин, Е. М. Гутник. М. : Дрофа, 2014. - 319, [1] с. : ил.
13. Физика. 9 класс: учеб. для общеобразоват. организаций / О.Ф.Кабардин – 4-е изд. – М.: Просвещение, 2017. – 176 с.

#### Литература для учащихся:

1. Сборник задач по курсу «Ядерная физика»: Учебное пособие // И.И. Астапов, Н.С. Барбашина, А.Н. Дмитриева, Е.А. Задеба, С.С. Хохлов, И.И. Яшин. М.: НИЯУ МИФИ, 2019. 64 с.
2. Сельскохозяйственная радиология: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. / А. Д. Фокин, А. А. Лурье, С. П. Торшин. - СПб.: Лань, 2011. - 416 с.
3. Физика. 9 кл. : учебник / А. В. Перышкин, Е. М. Гутник. М. : Дрофа, 2014. - 319, [1] с. : ил.
4. Физика. 9 класс: учеб. для общеобразоват. организаций / О.Ф.Кабардин – 4-е изд. – М.: Просвещение, 2017. – 176 с.

#### Интернет-ресурсы:

1. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» [Электронный ресурс].: URL: <https://www.rosatom.ru> (Дата обращения: 10.06.2022)
2. Методические материалы Инженерных классов [Электронный ресурс] : URL: <https://profil.mos.ru/inj.html> (Дата обращения: 10.06.2022)



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Разделы (модуль)	Название темы	Тема занятия	Количество часов
Введение	Введение	Занятие 1 Инструктаж по ТБ. Знакомство с курсом	2
Физика атома и атомного ядра	Строение атома и атомного ядра (14ч)	Занятие 2 Строение и модели атома. Радиоактивность. Опыт Резерфорда.	2
		Занятие 3 Массовое и зарядовое числа. Протонно-нейтронная модель ядра. Закон сохранения массового числа и заряда	2
		Занятие 4 Решение задач	2
		Занятие 5 Энергия связи. Дефект масс.	2
		Занятие 6 Решение задач	2
		Занятие 7 Решение задач	2
		Занятие 8 Деление ядра урана. Выделение энергии	2
		Ядерный реактор (4ч)	Занятие 9 Критическая масса. Типы реакторов. Теплоноситель. АЭС
	Занятие 10 Решение кейса «Развитие атомной отрасли в стране А»		2
	Дозиметрический контроль (часть 1) (2ч)	Занятие 11 Виды радиации. Счетчик Гейгера. Камера Вильсона. Работа с дозиметром	2
Лазерное излучение (2ч)	Занятие 12 Лазер. Применение лазера. Влияние ЛИ на вещество	2	
Основы радиохимии и радиационной химии	Добыча и обогащения урана (2ч)	Занятие 13 Работы над ураном. Химические заводы	2
	Методы разделения и производства радионуклидов (2ч)	Занятие 14 Методы разделения и производства радионуклидов	2
	Отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы (4ч)	Занятие 15 ОЯТ и РАО. Технологии очистки РАО	2
		Занятие 16 Технологии ЗЯТЦ. Дискуссия на тему: Проблемы хранения ЗЯТЦ	2
	Применение методов радиационной химии (2ч)	Занятие 17 Методы радиационной химии	2
Понятие о радиоэкологии (2ч)	Занятие 18 Понятие о радиоэкологии	2	

Основы радиэкологии	Дозиметрический контроль (часть 2) (4ч)	Занятие 19 Единицы измерения радиации. Мощность дозы	2
		Занятие 20 Проведение дозиметрического контроля	2
	Влияние радиоактивного фона на живые организмы и экосистемы (8ч)	Занятие 21 Внешнее и внутреннее облучение человека. Воздействие радиации на живые организмы. ПДК. Радиология	2
		Занятие 22 Лучевые болезни. Онкология. Профилактика. Радон. Выбросы радионуклидов.	2
		Занятие 23 Накопление цезия и стронция в организме человека	2
		Занятие 24 Решение задач	2
	Аварии на ядерных объектах (4ч)	Занятие 25 Аварии на Три-Майл-Айленд и Фукусиме	2
Занятие 26 Кыштымская и Чернобыльская аварии		2	
История атомной отрасли	Создание советской атомной бомбы (2ч)	Занятие 27 Атомный проект СССР	2
	Мирное использование атома (4ч)	Занятие 28 Атомная энергетика. Ледокол	2
		Занятие 29 Ядерная медицина. Радиационное с/х	2
	Радиационная безопасность (4ч)	Занятие 30 МАГАТЭ. НРБ и ОСПОРБ	2
		Занятие 31 Нормативная документация по атомной отрасли	2
Проектная деятельность	Подготовка проектов (8ч)	Занятие 32 Работа над проектом	2
		Занятие 33 Работа над проектом	2
		Занятие 34 Работа над проектом	2
		Занятие 35 Работа над проектом	2
	Итоговое занятие (2ч)	Занятие 36 Защита проектов	2

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 часа (время занятий включает 45 минут учебного времени и обязательный 15-минутный перерыв).