**Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования города Москвы**

**«Дворец творчества детей и молодежи имени А.П.Гайдара»**

**ЛАБОРАТОРИЯ ИНЖЕНЕРА-АТОМЩИКА**

Авторы: Логутов Кирилл Дмитриевич, педагог дополнительного образования;

Крутяков Василий Борисович, педагог-организатор

Москва, 2022

1. **Цель, задачи практики**

**Цель практики:** профессиональная ориентация детей возраста 12-16 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 практики:**

***задачи в обучении:***

* усвоение детьми базовых систематических знаний о физике атома и атомного ядра, радиохимии, радиационной химии и радиоэкологии;
* формирование представлений об истории развития атомной отрасли;
* освоение детьми навыков работы с информацией и нормативной документации по теме практики;
* воспитание у детей ценностных ориентаций в области научного поиска, технических проектов, экологии, здравоохранения, ядерной безопасности;
* развитие у детей умений научного наблюдения, опытных работ, лабораторных практик и экспериментов с использованием измерительных приборов;
* формирование у детей моделей безопасного поведения, актуальных в условиях техногенных угроз, опасных, чрезвычайных ситуаций;
* получение детьми опыта самореализации, успешной деятельности в изучении физики, химии и экологии;
* развитие интереса детей к профессиям ядерщика, радиохимика, эколога, медика, работающих в атомной отрасли;
* знакомство учащихся с актуальными достижениями науки и техники;
* получение детьми опыта решения задач в области ядерной физики и радиоэкологии.

***задачи в развитии:***

* + развитие навыков детей в области целеполагания, планирования деятельности, проектных работ, исследований;
  + формирование навыков формулирования вопросов исследований, гипотез, логических операций, дедукции и индукции, анализа и синтеза, формулирования понятий, выводов, обобщений;
  + получение детьми опыта проектирования своего профессионального будущего;
  + развитие и совершенствование навыков работы с информацией, информационными источниками, компьютерной техникой, аналоговыми и цифровыми приборами;
  + развитие у детей способности работы индивидуально и в составе команды.

***задачи в воспитании:***

* формирование и укрепление у детей ценностей научного мировоззрения, гуманизма, национального достоинства, патриотизма;
* воспитание экологического мышления, поведения детей;
* приобщение детей ценностям совместной деятельности, командной этики, ответственности;
* формирование и укрепление представлений детей о ценностях отечественной науки, техники, научного поиска и творчества, достижений, прежде всего в атомной отрасли.

1. **Этапы реализации**

Данная практика рассчитана на 72 академических часа.

*Модуль 1 – Физика атома и атомного ядра*

1. Строение атома и атомного ядра
2. Ядерный реактор
3. Дозиметрический контроль (часть 1)
4. Лазерное излучение

*Модуль 2 – Основы радиохимии и радиационной химии*

1. Добыча и обогащение урана
2. Методы разделения и производства радионуклидов
3. Отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы
4. Применение методов радиационной химии

*Модуль 3 – Основы радиоэкологии*

1. Понятие о радиоэкологии
2. Дозиметрический контроль (часть 2)
3. Влияние радиоактивного фона на живые организмы и экосистемы
4. Аварии на ядерных объектах

*Модуль 4 – История атомной отрасли*

1. Создание советской атомной бомбы
2. Мирное использование атома
3. Радиационная безопасность

*Модуль 5 – Проектная деятельность*

1. Подготовка проектов
2. Защита проектов
3. **Методы реализации практики**

При проведении занятий используются приемы и методы дифференцированного обучения, теории решения изобретательских задач, развития критического мышления, педагогического дизайна, организации проектной деятельности детей.

Методы, используемые на занятиях:

* + организация практических занятий (применяется в Модуле 1 «Строение атома и атомного ядра», Модуле 3 «Влияние радиоактивного фона на живые организмы и экосистемы» и Модуле 4 «Радиационная безопасность»);
  + работа с информационными источниками (применяется во всех модулях);
  + работа с иллюстративными материалами, реализация средств медиасреды (демонстрации мультимедийных презентаций, фотографий и видеоматериалов) (применяется в Модулях 1–4);
  + кейс-методы (применяется в Модуле 1 «Ядерный реактор», «Дозиметрический контроль (часть 1)» и Модуле 3 «Дозиметрический контроль (часть 2));
  + подготовка публикаций и сообщений (применяются в Модуле 2 «Отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы» и «Применение методов радиационной химии»);
  + исследовательские практики (применяются в Модуле 4 «Мирное использование атома»);
  + иллюстративно-объяснительные (применяется в Модулях 1–4);
  + метод проектов (применяется в Модуле 5).

1. **Описание оборудования**

Требования к оборудованию учебного процесса:

1. Портативная рабочая станция ученика (Aquarius CMP NE430, 12 шт.).
2. Комплект для опытов «Датчик ионизирующего излучения», 12 шт.
3. Ноутбук (Ноутбук DELL INSPIRION 5570, 13 шт.)
4. Офисный пакет приложений (MS Office, 13 шт.).
5. **Краткое описание поставленных экспериментов, проведённых исследований или опросов**

В ходе реализации практики проводятся следующие виды исследований и экспериментов:

1. Исследование зависимости радиационного фона от проветривания помещения, температуры и влажности;
2. Исследование зависимости радиационного фона к высоте (этажам);
3. Исследование распределения уровня радона по высоте (этажам);
4. Сравнительные эксперименты по калийсодержащим удобрениям различных концентраций K2O;
5. Исследование современных технологий в применении методов радиационной химии;
6. Исследование исторического и современного вклада атомных городов для атомной отрасли;
7. Исследование атомных технологий в повседневной жизни человека.
8. **Методические и оценочные материалы**

Примеры методических материалов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры методических материалов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль** | **Тип** | **Пример задания** |
| Модуль 1. «Строение атома и атомного ядра» | Задачи |  |
| Модуль 1. «Ядерный реактор» | Кейс | Вы министр энергетики страны, которая хочет развивать атомную энергию.  Предположим, в стране, начинающей развитие ЯЭ, пока нет ВВЭР и накопленных запасов плутония и ОЯТ. Как изменится базовый сценарий если ВВЭР начинают вводиться с 2022 года (до момента исчерпания запасов урана) и быстрые реакторы вводятся только на плутонии, наработанном на этих реакторах? Каков будет результат если реакторы ВВЭР в этом сценарии перестать вводить, начиная 2040 года?  Базовый сценарий – 600 тыс. т. запасов урана. Количество плутония, накопленного ОЯТ – 0 т.  Не забудьте! В файле Excel изменить начальные условия и построить график зависимости мощности по годам для наглядности. |
| Модуль 1. «Дозиметрический контроль (часть 1)» | Рабочий лист | |  |  | | --- | --- | | **Номер этажа** | **мкР/ч** | | 5 |  | | 4 |  | | 3 |  | | 2 |  | | 1 |  | | подвал |  | |
| Модуль 3. «Дозиметрический контроль (часть 2)» | Кейс | Вы являетесь главным дозиметристом круизного порта. Техническое средство радиационного контроля на таможне зарегистрировала повышение радиационного фона в контейнере. Сотрудники порта изъяли содержимое контейнера и обнаружили, что в нем находится большое количество маленьких коробок с неизвестным содержимым. Ваша задача, провести дозиметрический контроль с соблюдениями требований радиационной безопасности, определить с помощью дозиметра, является ли содержимое коробочки «радиоактивным». Все измерения необходимо занести в специальный бланк. |
| Модуль 3. «Влияние радиоактивного фона на живые организмы и экосистемы» | Задачи | Для среднестатистического жителя сельской местности в Российской Федерации годовое потребление продуктов питания составляет: картофель – 120 кг, мясо – 60 кг, молоко – 300 л  а) Можно ли употреблять продукты питания, произведенные на территории, загрязненной Cs-137 и Sr-90, если:   * плотность радиоактивного загрязнения территории по Cs-137 составляет 5 Ки/км2, Sr-90 – 0,3 Ки/км2. В регионе преобладают дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы; * направление животноводства – мясо-молочное. Рацион коров включает 5 кг сена, 10 кг силоса и 5 кг концентрированных кормов (на основе ячменя).   б) какую годовую дозу внутреннего облучения получит население, если будет употреблять картофель, молоко и мясо, полученные на загрязненной территории? (выразить в мЗв) |
| Модуль 4. «Радиационная безопасность» | Тест | Что такое ядерные материалы?  А) Материалы, входящие в состав ядерного топлива;  Б) Вещества с большим атомным весом: А≥200;  В) Делящиеся вещества, либо способные их воспроизводить.  Кому принадлежат ядерные материалы в РФ?  А) Все находятся в федеральной собственности;  Б) Росатому и юридическим лицам, в чье ведение Росатом передал ядерные  материалы в пользование;  В) Находятся как в федеральной собственности, так и в собственности  юридических лиц.  Основная цель системы физической защиты ядерного объекта.  А) Организация проведения анализа эффективности и аудита.  Б) Предупреждение несанкционированных действий.  В) Создание системы полного учета ядерных материалов.  Г) Формирование зон баланса ядерных материалов. |

Усвоение материала контролируется при помощи тестирования и выполнения практических заданий.

1. **Полученные результаты**

Участие во Всероссийском проекте «Атомный диктант», средний процент правильных ответов – 84,7%.

***Предметные результаты:***

Программные требования к знаниям (результаты теоретической подготовки):

* освоение физических, химический и экологических законов, связанных с работой в атомной отрасли;
* формирование представления об особенностях работы ядерных реакторов различных типов;
* освоение знаний об истории развития атомной отрасли.

Программные требования к умениям и навыкам (результаты практической подготовки):

* освоение компьютерной программы для работы с электронными таблицам;
* формирование навыков решения задач по атомной и ядерной физики и радиоэкологии;
* изучение основ требований радиационной безопасности;
* освоение компьютерной программы для работы в системе иллюстрации ядерных данных;
* формирование навыков проведения дозиметрического контроля;
* формирование навыков чтения нормативной документации.
* ***Математика***
  + умение видеть математическую, естественнонаучную задачу в контексте проблемной ситуации в других дисциплинах, в окружающей жизни;
  + умение понимать и использовать математические средства наглядности (графики, диаграммы, таблицы, схемы и др.) для иллюстрации, интерпретации, аргументации;
  + умение выдвигать гипотезы при решении учебных задач и понимать необходимость их проверки;
  + умение планировать и осуществлять деятельность, направленную на решение задач исследовательского характера.

В повседневной жизни и при изучении других предметов: извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию, представленную в таблицах и на диаграммах, отражающую свойства и характеристики реальных процессов и явлений.

* ***Физика***
  + соблюдать правила безопасности и охраны труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
  + понимать принципы действия машин, приборов и технических устройств, условия их безопасного использования в повседневной жизни;
  + владеть экспериментальными методами исследования в процессе проведения исследований с дозиметром;
  + использовать при выполнении учебных задач научно-популярную литературу о физических явлениях, справочные материалы, ресурсы Интернет.
* ***Химия***
  + понимать основные принципы организации радиохимических производств;
  + знать методы выделения радионуклидов.
* ***Экология***
  + анализировать влияние социально-экономических процессов на состояние природной среды
  + понимать взаимосвязь экологического и экономического ущерба и оценивать последствия физического, химического и биологического загрязнения окружающей среды;
  + понимать причины и следствия нарушающих функционирование экосистем.
* ***Биология***
  + знать биологические эффекты ионизирующего излучение на живые организмы.
* ***Информатика***
  + различать виды информации по способам ее восприятия человеком и по способам ее представления на материальных носителях;
  + приводить примеры информационных процессов – процессов, связанные с хранением, преобразованием и передачей данных – в живой природе и технике.
  + навыками работы с компьютером; знаниями, умениями и навыками, достаточными для работы с различными видами программных систем и интернет-сервисов (файловые менеджеры, текстовые редакторы, электронные таблицы, браузеры, поисковые системы, словари, электронные энциклопедии); умением описывать работу этих систем и сервисов с использованием соответствующей терминологии;
  + различными формами представления данных (таблицы, диаграммы, графики и т. д.);
  + познакомится с программными средствами для работы с аудиовизуальными данными и соответствующим понятийным аппаратом.

***Личностные результаты:***

Программные требования к уровню воспитанности (личностные результаты):

* освоение важности исследований в атомной отрасли;
* освоение навыков работы в команде;
* предоставление результатов проектной деятельности;
* освоение и представление в ходе исследовательской, практической (в том числе проектной) моральных ориентаций, установок, позиций, готовности к целеполаганию, проблематизации, реализации волевых качеств, способности к оценке своих поступков и действий других людей с точки зрения соблюдения/нарушения моральной нормы.

Программные требования к уровню развития:

* заинтересованность в школьных предметах инженерного профиля;
* умение работать с информационными массивами;
* сформированность навыков работы с понятиями, представления собственных суждений;
* сформированность умений действовать в условиях многозадачности;
* сформированность свойств действия в субъектной позиции, принятие ответственности за качество процессов и результатов, навыки работы в команде, умения оценивать, принимать, осуществлять решения товарищей, принимать их результаты как ценность.

***Метапредметные результаты:***

***Технологические знания и навыки***

* + следовать технологии, в том числе в процессе изготовления субъективно нового продукта;
  + оценивать условия применимости технологии в том числе с позиций экологической защищенности;
  + прогнозировать по известной технологии выходы (характеристики продукта) в зависимости от изменения входов/параметров/ресурсов, проверяет прогнозы опытно-экспериментальным путем, в том числе самостоятельно планируя такого рода эксперименты;
  + в зависимости от ситуации оптимизировать базовые технологии (затратность-качество), проводит анализ альтернативных ресурсов, соединяет в единый план несколько технологий без их видоизменения для получения сложносоставного материального или информационного продукта;
  + проводить оценку и испытание полученного продукта;
  + проводить анализ потребностей в тех или иных материальных или информационных продуктах;
  + описывать технологическое решение с помощью текста, рисунков, графического изображения;
  + анализировать возможные технологические решения, определять их достоинства и недостатки в контексте заданной ситуации;
  + проводить и анализировать разработку и/или реализацию прикладных проектов, предполагающих умение.

В результате обучения выпускник практики:

* будет знать основные положения законов, теорий, закономерностей, правил, гипотез в области физики атома и атомного ядра, радиохимии, радиационной химии и радиоэкологии;
* будет уметь решать задачи по физике атома и атомного ядра, радиоэкологии;
* 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 радиоэкологии;
* 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.

***Исследовательские знания и навыки***

* умение определять проблемный вопрос, объект и предмет исследования;
* способность к выдвижению гипотезы исследования;
* усвоение ценностей объективности, системности, обоснованности целей, методов и результатов исследований.

***Навыки проектных работ***

* умение анализировать ситуацию, процессы, явления;
* умение формулировать проблемы и цели, задачи, предполагаемые результаты проектной деятельности;
* умение видеть, учитывать риски, угрозы, силы, возможности проекта;
* умение работать с ресурсами, ставить задачи, планировать действия, управлять ресурсами, быть организаторами работы;
* способность оценивать результаты выполнения задач, проекта в целом, получение опыта критериального оценивания, представления результатов, рефлексии проекта.

1. **Практическое значение**

Учебный курс «Лаборатория инженера-атомщика» ориентирован на вооружение обучающихся знаниями, необходимыми для осмысления явлений и процессов, происходящих в атомной отрасли от добычи и обогащения урана до утилизации и захоронения радиоактивных отдыхов. В результате реализации программы, обучающиеся освоят и будут применять методы изучения физических явлений, обретут навыки работы с дозиметром, проведения измерения и обработка полученных данных, развития способности самостоятельной мыслительной и поисково-исследовательской деятельности. Разработанная программа поможет определиться в поступление в инженерные атомные классы.

1. **Перспективы дальнейшего развития**

Курс «Лаборатория инженера-атомщика» является одной из ступеней в профориентации детей. Он позволяет учащимся погрузиться в детали новых для них профессий, востребованных для атомной отрасли. По причине такой направленности курса и многообразием современных атомных технологий возникает возможность надстраивать дополнительные модули с другими науками, либо углублять и расширять имеющиеся модули.

В перспективе планируется ввести модуль «Энергетика», где рассматривается острая проблема человечества – нехватка органического топлива. Ученики в данном модуле получат знания о видах выработки электрической энергии и проведут ряд дискуссий на тему «Возобновляемая энергетика для будущего».

Также материал практики дает широкие возможности для разработки на ее основе сценариев и атомиков для МЭШ, просветительского проекта «Атомный урок», разработки необычных, увлекательных форматов проведения занятий: викторин, деловых игр, круглых столов, мастер-классов и т. д.

1. **Трансляция опыта реализации педагогической практики (ссылка на публикации, открытие городские мероприятия, выступления на конференциях и др.)**

Программа «Лаборатория инженера-атомщика»:

* образовательный проект педагогов ГБОУДО Дворец творчества детей и молодежи имени А.П.Гайдара (Проект представлен на конкурс творческих работ педагогов и обучающихся образовательной организации «Проектный рейс»);
* входит в состав курса «Безопасный атом» Снежинского физико-технического института НИЯУ МИФИ: <https://www.sphti.ru/безопасный-атом/>;
* представлена на сайте ГБОУДО ДТДиМ имени А.П.Гайдара как пример реализации, разработанного в 2022 году, Положения об образовательных программах Дворца творчества детей и молодежи имени А.П.Гайдара: <https://dpgaidar.mskobr.ru/info_edu/education#/>;
* входит в состав информационных материалов, педагогов и администраторов ДТДиМ имени А.П.Гайдара, ведущих занятия для слушателей магистратуры МГПУ по программе «Педагогический дизайн».