

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Е.Г. Ивашкин



«01» 1404.2 2024 г.

Сатаев А.А., к.т.н., старший преподаватель кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки»

Нижний Новгород, 2024

ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1	Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Ядерная энергетика в современном мире»
2	Сокращенное название программы	ДООП «Ядерная энергетика в современном мире»
3	Авторы программы	1. Рязанов Антон Владимирович, старший преподаватель кафедры «Атомные и тепловые станции». 2. Сатаев Александр Александрович, к.т.н., старший преподаватель кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки»
4	Название образовательной организации	ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева», структурные подразделения - кафедры «Атомные и тепловые станции» и «Ядерные реакторы и энергетические установки» образовательно-научного института ядерной энергетике и технической физики им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)
5	Адрес организации	г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24
6	Форма проведения	Лабораторные практические работы, творческие мастерские, экскурсии, творческие проекты; мини-конференции с презентациями, использование проектного метода, активное вовлечение учащихся в самостоятельную проектную и исследовательскую работу. При этом обязательным является создание условий для организации самостоятельной работы учащихся как индивидуально, так и в группах
7	Вид программы по уровню усвоения содержания программы	Развивающая, практико-деятельностная, проектная. Линия 0 – Вводный модуль Линия 1 – Базовый модуль
8	Цель программы	Формирование компетентности школьников в сфере ядерных технологий; содействие в приобретении обучающимися начальных навыков профессий в сфере ядерных технологий, приобретение опыта использования различных технологий (в том числе цифровых) в индивидуальной и коллективной учебной и познавательной (в том числе проектной) деятельности
9	Специализация программы	Ядерная и техническая физика
10	Направленность программы	Естественнонаучная
11	Соответствие программы Стратегическому проекту НГТУ	СП1 «Инженерные системы для ядерно-энергетических установок нового поколения»

12	Сроки реализации	36 часов
13	География участников программы	г. Нижний Новгород
14	Условия участия в программе	Обучающиеся 15-17 лет
15	Условия размещения участников программы	Аудиторный и лабораторный фонд кафедр ИЯЭ-иТФ«Атомные и тепловые станции»и «Ядерные реакторы и энергетические установки»
16	Ожидаемый результат	В процессе освоения программы, обучающиеся приобретут знания: - основ атомной и ядерной физики; - современных и перспективных ядерных энергетических установках и принципах их работы; - о тенденциях развития ядерной энергетики. В ходе занятий обучающиеся будут вовлечены малыми группами в научно-исследовательскую деятельность для обоснования научных проектов, на основе которых принимаются конструкторские решения, научатся основам экспериментальной работы

Содержание

1. Пояснительная записка.....	5
2. Цель и задачи программы.....	6
3. Планируемые результаты.....	7
4. Учебно-тематический план.....	10
5. Организационно-педагогические условия.....	12
6. Формы аттестации и оценочные материалы.....	13
7. Учебно-методическое обеспечение программы.....	14
8. Тематическое содержание программы.....	17
9. Список рекомендованных источников.....	19
Приложения:	
1. Нормативно-правовая база.....	21
2. Тематическая викторина «Юный атомщик».....	22
3. Особенности современных педагогических технологий.....	23
4. Ролевая игра «Атомная энергетика: все ЗА и ПРОТИВ».....	29
5. Сценарий пресс-конференции «Энергетика настоящего и будущего».....	37
6. Презентация на тему «Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ)».....	41

1. Пояснительная записка

Нормативно-правовая база формирования ДООП приведена в приложении 1.

Актуальность программы определяется существенным повышением роли дисциплин естественнонаучного цикла в системе дополнительного образования, что связано с увеличением интереса науки к энергетической проблеме человечества.

Знание физических основ ядерной энергетики позволит адекватно относиться к строительству АЭС, позволит в дальнейшем готовить достойные кадры для работы на них. Изучение этих основ школьниками связано, прежде всего, с формированием у них убеждения в экономической выгоде производства электроэнергии от АЭС по сравнению с другими способами. Таким образом, показ возможных путей выхода из энергетического кризиса, основанных на достижениях современной науки, представляет собой важный аспект профессионального ориентирования школьников. Изучая научные и технические достижения в современной ядерной энергетике, ученики должны получить четкое представление о ней, как о наиболее экологичном источнике энергии. Энергетическая направленность данной программы может быть усилена главным образом в результате рассмотрения некоторых физических основ и величин (активность, период полураспада, и др.), а также явлений (радиоактивного распада, различного вида ионизирующих излучений и пр.) и прикладных вопросов (например, использование ядерной энергии) с точки зрения их роли в существовании человека на Земле. Это позволит добиться того, чтобы школьники могли оценить целесообразность использования ядерной энергии. Ядерно-энергетический аспект данной программы заключается в сообщении учащимся технических и технологических основ ядерной энергетики. Особое внимание необходимо уделять таким вопросам как ядерные реакции, энергетический выход ядерной реакции, цепные ядерные реакции, ядерный реактор.

Содержание программы дает возможность познакомить школьников с рядом идей, раскрывающих физико-технический аспект современного энергетического кризиса и путей его преодоления. Изучение физических аспектов ядерной энергетики ведет к повышению их интереса к профессии инженера-физика, убеждает в жизненно важном значении этих знаний.

Чтобы эти потенциальные возможности при изучении основ ядерной энергетики стали реальными, преподавателю нужно проникнуться целями развития ядерной энергетики, осознать ее насущную необходимость в наши дни. Ведь выживание человечества зависит сейчас от источников энергии.

Данные положения и определили актуальность ДООП «Ядерная энергетика в современном мире».

Для достижения основной цели обучения по данной программе потребовалось решение следующих задач:

1. Анализ методики изучения школьниками старших классов физических основ ядерной энергетики.
2. Изучение имеющегося педагогического опыта по организации изучения учащимися основ ядерной энергетики.
3. Разработка ДООП «Ядерная энергетика в современном мире».

Оригинальность программы. Предлагаемая программа содержит значительное число **новаций**. Они определяются тем, что разработанный курс предполагает ознакомление учащихся с прорывными ядерными технологиями, самыми современными достижениями в науке и технике в области ядерной энергетики.

Программа ориентирована на расширение теоретических знаний и применение их в решении энергетических проблем.

Направленность программы: естественнонаучная.

Категория обучающихся (адресат программы):

- программа рассчитана на обучающихся в возрасте 15-17 лет;
- при наборе в группы принимаются все желающие;
- количество человек в группе: 10-12 человек;
- обучение по программе актуально для обучающихся, занимающихся по школьным программам с углубленным изучением естественнонаучных дисциплин.

Сроки реализации программы:

- вводный модуль – 12 часов;
- базовый модуль – 24 часа.

Режим занятий: 1 раз в неделю по 2 академических часа.

Формы организации образовательного процесса: групповая.

Приоритетными формами организации занятий являются практические занятия и экспериментальные исследования. Это позволяет сформировать у учащихся навыки постановки эксперимента, наблюдения за физическими процессами и явлениями, протекающими в элементах ядерной техники. Другими формами занятий могут быть лабораторные работы, творческие мастерские, экскурсии, творческие проекты; мини-конференции с презентациями, использование проектного метода, активное вовлечение учащихся в самостоятельную проектную и исследовательскую работу. При этом обязательным является создание условий для организации самостоятельной работы учащихся как индивидуально, так и в группах.

2. Цель и задачи программы

Цель – ознакомить школьников с одним из путей экономического развития страны на основе интенсивного применения атомной энергии, дать целостное представление о развитии науки в нашей стране, помочь сформировать интерес к изучению физики и выбрать в будущем инженерную специальность или связать свою жизнь с атомной наукой.

Задачи обучающие:

- формирование способностей теоретического прогнозирования и оценки последствий вмешательства человека в природу при решении научно – технических задач;
- показать необходимость такой отрасли как атомная энергетика, необходимость внимания к экологическим мероприятиям в целях ослабления последствий техногенных катастроф;
- убедить в обязательности рационального природопользования для сохранения здоровья людей;
- ознакомить с принципами работы различных типов электростанций, в том числе АЭС;
- выявить положительные и отрицательные стороны ядерной энергетики;
- раскрыть проблемы ядерной энергетики и выделить пути их решения.

Задачи развивающие:

- развивать познавательные способности обучающегося, память, внимание, пространственное мышление;
- сформировать у обучающихся навыки творческого подхода к поставленной

задаче, командной работе и публичных выступлений по тематике курса;

- способствовать развитию и совершенствованию навыков работы со специальной литературой;
- сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- сформировать умение выступать публично с докладами и презентациями;
- сформировать умение критически относиться к полученному результату и его интерпретации.

Задачи воспитательные:

- сформировать научного мировоззрения и культуры интеллектуального труда;
- сформировать информационную культуру;
- сформировать потребность в дополнительной информации;
- сформировать коммуникативные умения;
- развивать мотивацию личности к познанию;
- воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;
- сформировать стойкий интерес к ядерной энергетике и экспериментальной работе;
- сформировать экологическое мышление через экологическое воспитание.

Задачи гражданско-патриотические:

- развивать гражданское и национальное самосознание школьников, патриотическую направленность личности, обладающей качествами гражданина - патриота Родины и способной успешно выполнять гражданские обязанности в мирное и военное время;
- сформировать патриотическое мировоззрение, направленное на сохранение окружающей среды и достижений предшествующих поколений, воспитание гражданина, ответственного за свою малую родину и стремящегося к созиданию на ней;
- воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники;
- воспитывать правильные представления о Родине, уважение к ее атрибутике, традициям, истории, культурным ценностям многонационального государства;
- сформировать устойчивую гражданскую позицию, вовлечение интересов в решение приоритетных задач современного российского общества.

3. Планируемые результаты

В результате освоения программы учащиеся должны

Знать:

- способы получения и использования энергии;
- историю открытия и развития различных источников энергии; перспективы и проблемы различных способов получения энергии;
- возможности сокращения вредного воздействия производства и потребления энергии на окружающую среду;
- условия ядерного синтеза, понятие о термоядерной реакции. Топливо для. Пути овладения термоядерной энергией;
- физические основы процессов, протекающих в ядерных реакторах (деление ядра, цепная ядерная реакция, термоядерный синтез, выделение энергии);
- примеры применения ядерных реакторов в различных областях науки и техники, принципы работы атомных станций;

- основы безопасности ядерной энергетики;
- нетрадиционные способы получения электроэнергии (солнечная, ветровая, геотермальная, приливная) и их экологические проблемы.

Уметь:

- работать с различными источниками;
- уметь использовать интернет ресурсы;
- оформлять теоретические и экспериментальные результаты работы;
- описывать результаты наблюдений;
- оформлять результаты исследования;
- обсуждать полученные факты;
- проводить опыты в соответствии с задачами, объяснять результаты;
- проводить измерения с помощью различных приборов;
- выполнять инструкции по технике безопасности;
- выполнять творческие работы, конструировать модели.

Ожидаемыми результатами обучения по данной программе являются:

- получение необходимых знаний для профессионального ориентирования на атомную отрасль;
- приобретение опыта поиска информации по заданной теме, составления докладов, отчетности, навыков проектной деятельности и анализа полученных результатов;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей на основе самостоятельного приобретения новых знаний, расширение кругозора;
- целостное восприятие физической картины мира.
- развитие навыков применения MS PowerPoint, Word.

В процессе освоения программы, обучающиеся приобретут:

Личностные результаты:

- проявление познавательных интересов и мотивов, направленных на изучение ядерной-и теплофизики, интеллектуальных умений (доказывать, строить рассуждения, анализировать, сравнивать, делать выводы и другое), построение дальнейшей индивидуальной траектории образования;
- воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, уважения к Отечеству, осознания вклада отечественных учёных в развитие ядерной энергетики;
- воспитание ответственного отношения к учению, готовность и способность к самообразованию и саморазвитию на основе мотивации к обучению и познанию, развитие самостоятельности в приобретении и совершенствовании новых знаний;
- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, убежденности в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники, отношения к ядерной энергетике как к отрасли высоких технологий;
- умение контролировать процесс и результат учебной и исследовательской деятельности в процессе получения знаний о ядерной энергетике;
- критичность мышления, инициатива, находчивость, активность при решении практических задач.

Метапредметные результаты:

- овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности: умение видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи;
- умение работать с разными источниками технической информации, анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую.
- умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации;
- устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;
- развитие компетентности в области использования инфокоммуникационных технологий;
- первоначальные представления об идеях и о методах экспериментальной работы как об универсальном инструменте науки и техники, о средстве моделирования явлений и процессов;
- понимание сущности алгоритмических предписаний и умение действовать в соответствии с предложенным алгоритмом.

Предметные результаты:

- умение раскрывать на примерах роль ядерной энергетики в современном мире и в практической деятельности человека, взаимосвязь ядерной- и теплофизики с другими естественными науками;
- владеть приёмами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов в ядерных энергетических установках на основе полученных экспериментальных результатов;
- самостоятельно планировать и проводить несложные теплофизические эксперименты;
- решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с опорой как на известные физические законы, закономерности и модели, так и на источники информации о предметной области;
- объяснять условия применения разработанных физических моделей при решении экспериментальных задач;
- выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- описывать и анализировать полученную в результате проведённых физических экспериментов информацию, определять её достоверность;

- выполнять задания уровня сложности школьной многопрофильной олимпиады НГТУ «Политех» по профилю «Ядерные технологии»;
- формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента.

Формы диагностики образовательных результатов:

- а) входной контроль (проводится на вводном занятии в форме: педагогическое наблюдение¹, опрос, игры², беседы и т.п.);
- б) промежуточная аттестация (оформление отчетов, ведение лабораторного журнала, опрос на основе полученных знаний на текущий момент времени, викторины);
- в) итоговая аттестация (опрос на основе полученных знаний - базовый модуль, тест, защита минипроектов, выставки)

Формы демонстрации результатов обучения: мини-конференции по защите проектов, презентации (самопрезентации) проектов обучающихся, выставки.

4. Учебно-тематический план

Учебно-тематический план (табл. 1) включает два модуля: Вводный и Базовый.

Вводный модуль предполагает использование и реализацию общедоступных и универсальных форм организации материала, минимальную сложность предлагаемого для освоения содержания программы, развитие мотивации к определенному виду деятельности.



В Вводном модуле программы обучаемые знакомятся с историческим обзором этапов развития ядерной энергетики и ядерной техники в нашей стране и за рубежом, приобретут навыки, которые очень важны как для участия в коллективных проектах, так и в жизни в социуме: работать совместно, брать на себя нужную для команды роль, нести ответственность, помогать и сочувствовать друг другу и т. д. По окончании Вводного модуля с обучающимися проводится тематическая викторина «Юный атомщик» (приложение 2), по результатам которой принимается решение о переводе всей группы обучающихся на Базовый модуль или проведении до-

¹Шаршакова, Л.Б. Педагогическая диагностика образовательного процесса. Методическое пособие для педагогов дополнительного образования — СПб: ГБОУ ДОД Дворец детского (юношеского) творчества «У Вознесенского моста», 2013. — 52 с.

²Методическое пособие для педагогической практики с учениками Дома научной коллаборации им. И.П. Кулибина / Студенческие педагогические отряды НГТУ ИМ. Р.Е. Алексеева. – 2022. (см. Дополнительные материалы 1.)

полнительных занятий по тематике Вводного модуля с повторным проведением викторины. При удовлетворительных результатах повторной викторины вся группа обучающихся переводится на Базовый модуль. Демонстрационные материалы викторины с вопросами и предлагаемыми вариантами ответов, из которых один правильный, разрабатываются заранее.

Программа Базового модуля предусматривает углубленное изучение терминологии и получение навыков практической работы в области атомной и ядерной физики, теплогидравлики и теплофизики для оборудования ЯЭУ. Также включается в себя организацию коллективного взаимодействия, способствующую развитию навыков общения и социализации обучающихся с использованием знаний и умений, полученных в процессе обучения на этапе Вводного модуля. Вопросы командообразования³ для проектной деятельности обучающихся решаются при проведении вводного занятия.

Выбор траектории обучения в Базовом модуле предполагает больше степеней свободы и индивидуального образовательного подхода на основе успешности прохождения и освоения материала Вводного модуля.

Ключевой принцип проектного обучения заключается в ориентации на практическое решение проблем. При этом проблема, на решение которой направлен проект, должна быть подлинной, касающейся реального мира. Так же важная особенность проектного обучения данного модуля – междисциплинарность. Речь идет о междисциплинарном характере проблем, лежащих в основе проектной деятельности и требующих формирования разнопрофильных проектных команд, а также о междисциплинарном характере навыков, необходимых для реализации проекта.

При реализации Базового модуля одной из форм взаимодействия обучающихся является командная работа по выполнению проекта. Роли участников команды могут отражать специфику их функционала, а также они могут выполнять роль специалиста в области смежных дисциплин при междисциплинарном типе решаемых задач.

Таблица 1

Учебно-тематический план					
№ п/п	Название темы	Кол-во часов	Сроки	Форма проведения	Образовательный продукт
ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ					
1.	Вводное занятие «Изучаю мирный атом, становлюсь его фанатом»	1	Октябрь	Рассказ-беседа	Демонстрационные материалы (слайды) к вводному занятию
2.	История развития атомной энергетики	2	Октябрь	Лекция	Презентация по теме
3.	Строение атома и атомного ядра. Использование энергии атомных ядер	2	Октябрь	Лекция	Презентация по теме
4.	Ядерный реактор. Использование тепла ядерных реакторов	2	Октябрь	Лекция	Презентация по теме
5.	Атомная энергетика. Атомные электростанции	2	Октябрь	Лекция	Презентация по теме
6.	Атомная энергетика: все «ЗА» и «ПРОТИВ»	2	Ноябрь	Ролевая игра	Сценарий игры

³Алексеева Е.Н. «Есть команда, есть результат» (в помощь педагогам – наставникам игры, упражнения по созданию проектных команд из числа обучающихся детского технопарка) URL:

<https://drive.google.com/file/d/1Uj29oz6xgh5szQPRFgBpSCH1UdS5d7sb/view?usp=sharing>

Тимбилдинг как средство формирования детского коллектива. – URL: <https://znanio.ru/pub/577>

№ п/п	Название темы	Кол-во часов	Сроки	Форма проведения	Образовательный продукт
7.	Юный атомщик	1	Ноябрь	Тематическая викторина	Демонстрационные материалы (слайды) тематической викторины
ВСЕГО в Вводном модуле		12			
БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ					
1.	Вводное занятие по базовому модулю	1	Ноябрь	Рассказ-беседа	Демонстрационные материалы (слайды) к вводному занятию
2.	Основные задачи, направления и стратегические цели инновационного развития ядерного энергетического комплекса России	1	Ноябрь	Лекция	Презентация по теме
3.	Обзор концепций инновационного развития ядерной энергетики	2	Ноябрь	Лекция	Презентация по теме
4.	Краткая характеристика ядерных энерготехнологий нового поколения	2	Ноябрь	Лекция	Презентация по теме
5.	Инновационные реакторы с жидкометаллическим охлаждением	2	Декабрь	Лекция	Презентация по теме
6.	Вечная энергия. Понятие замкнутого ядерного топливного цикла	2	Декабрь	Лекция	Презентация по теме
7.	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с натриевым теплоносителем	2	Декабрь	Лекция	Презентация по теме
8.	Высокотемпературные газоохлаждаемые и жидкосолевые реакторы	2	Декабрь	Лекция	Презентация по теме
9.	Атомно-водородная технология	1	Январь	Лекция	Презентация по теме
10.	Энергетика настоящего и будущего	2	Январь	Пресс-конференция	Сценарий пресс-конференции
11.	Выполнение НИР по проектам 1 – 5 в составе команд	4	Февраль	Работа в малых группах (по 2 – 3 чел.)	Рефераты по темам выполненных НИР
12.	Проект 1«Исследования процесса смешения теплоносителя в ядерных энергетических установках»	0,6	Февраль	Защита проекта	Презентация по проекту
13.	Проект2 «Зависимость эффективности теплообменных аппаратов от схемы и режима течения теплоносителя»	0,6	Февраль	Защита проекта	Презентация по проекту
14.	Проект 3«Экспериментальные исследования режимов течения водяного теплоносителя в трубах»	0,6	Февраль	Защита проекта	Презентация по проекту
15.	Проект 4 «Экспериментальное определение расходно-напорной характеристики центробежного насоса»	0,6	Февраль	Защита проекта	Презентация по проекту
16.	Проект 5 «Исследование динамических характеристик термопреобразователей»	0,6	Февраль	Защита проекта	Презентация по проекту
ВСЕГО в Базовом модуле		24			
ИТОГО по программе		36			

5. Организационно-педагогические условия

Материально-техническая база:

Обучение по ДООП «Ядерная энергетика в современном мире» проводится в

специализированной аудитории № 5232, лаборатории «Реакторная гидродинамика», в информационно – образовательном центре на 14 учебных мест (аудитория № 5214) и региональном информационном центре по атомной энергии (ул. Семашко, 7-Б), оснащенных современными персональными компьютерами, мультимедийным и лабораторным оборудованием, необходимым для проведения научно-исследовательских работ по тематике проектов.

Информационное обеспечение

При проведении занятий используются информационные ресурсы: видеолекции, аудио и видеоматериалы, платформа электронного обучения eLearning (edu.nntu.ru), ресурсы сайта НГТУ им. Р.Е. Алексеева (<https://www.nntu.ru>), ресурсы интерактивных энциклопедий (<https://ru.wikipedia.org>), информационные площадки Министерства образования, науки и молодежной политики Нижегородской области (<https://vk.com/obrazovanienn>).

Кадровое обеспечение

Образовательный процесс по модулям программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими педагогическое образование, высшее образование или профильную подготовку в области ядерной энергетики и теплофизики, систематически занимающимися научно-методической деятельностью.

Педагогический коллектив, реализующий данную программу, с учетом специфики поставленных задач и целевой аудитории, должен:

- способствовать формированию готовности у обучающихся самостоятельно осваивать методы и способы самообразования и саморазвития;
- способствовать раскрытию творческих, личностных и профессиональных потенциалов обучающихся;
- уметь организовывать процесс рефлексии и обратной связи с обучающимися;
- уметь корректировать свою работу с учетом обратной связи с обучающимися.

Воспитательная работа и досуговая деятельность

Воспитательная работа при реализации программы направлена на формирование личностных, познавательных и коммуникативных навыков, установление в группе обучающихся доброжелательной атмосферы, ориентирование учащихся на результативную работу, ответственность.

6. Формы аттестации и оценочные материалы

Для отслеживания результативности на протяжении всего процесса обучения⁴ осуществляются:

Входная диагностика – в форме собеседования или иных формах, позволяющего выявить уровень подготовленности и возможности детей для занятия данным видом деятельности. Проводится на первом занятии Вводного модуля программы. Формат входных методик диагностики может также на ранних этапах способствовать повышению мотивации обучающихся⁵, а также способствовать формированию детских проектных команд.

⁴Сборник педагогических приемов для практического применения на занятиях. URL: <https://docs.google.com/document/d/1HTDpk6quRss6cBHAoRtAl4lRBC96WWVb/edit>

⁵Методические приемы/игры/упражнения для повышения мотивации и стимулирования обучающихся. URL: <https://docs.google.com/document/d/1I96JpdlIVERxhoJiibw6I78uhf-NEtp4/edit?usp=sharing&ouid=107294323441511564711&rtpof=true&sd=true>

Текущий контроль⁶ - осуществляется по итогам проведения занятий (в конце каждой темы) для определения знаний обучающегося по пройденной теме, интересов ребенка и его ожиданий. Заканчивается коррекцией усвоенного материала. Форма проведения – устный опрос и выполнение практических заданий.

Промежуточный контроль осуществляется по итогам освоения Вводного модуля и результатам викторины «Юный атомщик».

Итоговая аттестация осуществляется по итогам освоения всей программы (Базового модуля) в формате защиты проектов. Результаты защиты проектов позволяют оценить уровень результативности освоения программы за весь период обучения⁷.

Форма итоговой диагностики образовательных результатов зависит от типа индивидуальной образовательной траектории обучающегося и может быть скорректирована. В случае прохождения обучения по траектории «легко», проектное задание может быть приближено к кейсовой задаче и заменено на портфолио⁸. Переход к более продвинутому уровню учебной траектории может быть достигнут при прохождении учеником повторного освоения нулевого уровня с помощью рекомендованных дополнительных учебных материалов, задач и пр. самостоятельно с последующим текущим контролем. Другим способом вовлечения обучающегося в проектную деятельность является определение его роли в группе, работающей по проекту, соответствующей способностям и навыкам конкретного ребенка.

7. Учебно-методическое обеспечение программы

При реализации программы используются современные педагогические технологии⁹, обеспечивающие личностное развитие ребенка: личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа), информационно-коммуникационные технологии. Особенности современных педагогических технологий описаны в приложении 3.

При проведении занятий используются три формы работы:

- демонстрационная, когда учащиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном или экранами компьютеров на ученических рабочих местах;
- фронтальная, когда учащиеся синхронно работают под управлением педагога;
- самостоятельная, когда учащиеся выполняют индивидуальные или командные задания в течение части занятия или нескольких занятий, а также организационно-деятельные игры, которые предполагают интенсивные формы решения междисциплинарных комплексных проблем.

В процессе обучения применяются следующие методы: объяснительно-

⁶Способы и методика проведения отслеживания образовательного процесса
URL: <https://cloud.mail.ru/public/PUZS/k54dr7egg>

Подборка приемов рефлексии. URL: <https://cloud.mail.ru/public/d3aQ/6ERv5Vqdd>

⁷Критерии оценки творческих проектов инженерно-технической направленности. URL: <https://disk.yandex.ru/i/DzxHeJyxYqLwGA>

Критерии оценивания проектов. URL: <https://docs.google.com/document/d/1EVkUIC-atAlkOp89fnAWKTPqD78BQVq/edit?usp=sharing&ouid=108374683581345778700&rtopof=true&sd=true>

⁸Оценивание результатов деятельности обучающихся. Технология создания портфолио для детей и педагогов.
URL: <https://cloud.mail.ru/public/oqXi/G6qx4kk78>

9Бродецкая Е.В. Современные педагогические технологии в сфере дополнительного образования детей. URL: <https://nsportal.ru/shkola/dopolnitelnoe-obrazovanie/library/2015/01/14/sovremennye-pedagogicheskie-tehnologii-v>

иллюстративный, репродуктивный метод, частично-поисковые методы, метод проектов. Проектная деятельность способствует повышению интереса обучающихся к работе по данной программе, способствует расширению кругозора, формированию навыков самостоятельной работы. При объяснении нового материала используются компьютерные презентации, видеофрагменты. На занятиях используется дифференцированный подход, учитываются интересы и возможности обучающихся. Предусмотрено выполнение заданий разной степени сложности. Таким образом, создаются оптимальные условия для активной деятельности всех обучающихся.

Методическое обеспечение вводного и базового модулей программы приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Методическое обеспечение вводного модуля программы

№ п/п	Раздел или тема программы	Формы проведения занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1.	Вводное занятие «Изучаю мирный атом, становлюсь его фанатом»	Рассказ-беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (демонстрация слайдов)	Демонстрационные материалы (слайды)	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2.	История развития атомной энергетики	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
3.	Строение атома и атомного ядра. Использование энергии атомных ядер	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
4.	Ядерный реактор. Использование тепла ядерных реакторов	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
5.	Атомная энергетика. Атомные электростанции	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
6.	Атомная энергетика: все «ЗА» и «ПРОТИВ»	Ролевая игра	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентаций)	Презентации основных участников ролевой игры: физика, историка, географа, экономиста, эколога	Компьютер, мультимедийный проектор	Оценка работы участников ролевой игры
7.	Юный атомщик	Тематическая викторина	Словесный (устное изложение), наглядный (демонстрация слайдов)	Демонстрационные материалы (слайды)	Компьютер, мультимедийный проектор	Определение рейтинга команд-участниц по набранному баллам

Таблица 3

Методическое обеспечение базового модуля программы

№ п/п	Раздел или тема программы	Формы проведения занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1.	Вводное занятие по базовому модулю	Рассказ-беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (демонстрация слайдов)	Демонстрационные материалы (слайды) к вводному занятию	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
2.	Основные задачи, направления и стратегические цели инновационного разви-	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос

№ п/п	Раздел или тема программы	Формы проведения занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
	тия ядерного энергетического комплекса России					
3.	Обзор концепций инновационного развития ядерной энергетики	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
4.	Краткая характеристика ядерных энерготехнологий нового поколения	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
5.	Инновационные реакторы с жидкотеплоносителем	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
6.	Вечная энергия. Понятие замкнутого ядерного топливного цикла	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Оценка работы участников ролевой игры
7.	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с натриевым теплоносителем	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Определение рейтинга команд-участниц по набранному баллам
8.	Высокотемпературные газоохлаждаемые и жидкосолевые реакторы	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
9.	Атомно-водородная технология	Лекция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по теме	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
10.	Энергетика настоящего и будущего	Пресс-конференция	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентаций)	Презентации участников пресс-конференции в качестве главных инженеров ТЭС, ГЭС, АЭС	Компьютер, мультимедийный проектор	Оценка работы участников пресс-конференции
11.	Выполнение НИР по проектам 1 – 5 в составе команд	Работа в малых группах (по 2 – 3 чел.)	Наглядный (демонстрация видеоматериалов), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, видеоматериалы	Экспериментальная, компьютерная и мультимедийная техника	Оценка качества подготовки тезисов докладов по тематике выполненных НИР
12.	Проект 1 «Исследования процесса смешения теплоносителя в ядерных энергетических установках»	Защита проекта	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по проекту	Компьютер, мультимедийный проектор	Оценка представленного проекта по разработанным критериям
13.	Проект 2 «Зависимость эффективности теплообменных аппаратов от схемы и режима течения теп-	Защита проекта	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по проекту	Компьютер, мультимедийный проектор	Оценка представленного проекта по разрабо-

№ п/п	Раздел или тема программы	Формы проведения занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
	лоносителя»					танным критериям
14.	Проект 3 «Экспериментальное исследование режимов течения водяного теплоносителя в трубах»	Защита проекта	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по проекту	Компьютер, мультимедийный проектор	Оценка представленного проекта по разработанным критериям
15.	Проект 4 «Экспериментальное определение расходно-напорной характеристики центробежного насоса»	Защита проекта	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по проекту	Компьютер, мультимедийный проектор	Оценка представленного проекта по разработанным критериям
16.	Проект 5 «Исследование динамических характеристик термопреобразователей»	Защита проекта	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации)	Презентация по проекту	Компьютер, мультимедийный проектор	Оценка представленного проекта по разработанным критериям

8. Тематическое содержание программы

Тематическое содержание вводного и базового модулей приведены в таблицах 4 и 5

Таблица 4

Тематическое содержание вводного модуля

№ п/п	Тема занятия	Содержание занятия
1.	Вводное занятие «Изучаю мирный атом, становлюсь его фанатом»	Теория (1 ч): Знакомство обучающихся с педагогом и друг с другом. Ориентирование по ДООП. Инструктаж по технике безопасности и правилам внутреннего распорядка НГТУ в части, касающейся обучающихся
2.	История развития атомной энергетики	Теория (2 ч): Возникновение идеи ядерной энергии в 1930-х годах. Проведение первой в мире самоподдерживающейся цепной ядерной реакции в первом в мире ядерном реакторе CP-1 – «Чикагской поленице 1» (США, Университет Чикаго на Стэгг-Филд, 1942 год). Запуск первого в мире «тяжеловодного» реактора CP-3 на природном уране (США, Аргонская Национальная лаборатория, 1944 год). Запуск первого в мире реактора на быстрых нейтронах (без замедлителя) CP-4 (Clementine) с плутонием в качестве топлива и жидким металлом- ртутью в качестве охлаждающей жидкости (США, 1946 год). Запуск первой в мире атомной станции с уран-графитовым реактором на обогащенном уране АМ-1, охлаждаемым водой (СССР, Обнинск, 1954 год). Запуск первой в мире коммерческой АЭС с уран-графитовым реактором на природном уране, охлаждаемым углекислым газом (Англия, Колдер Холл, 1956 год). Запуск первой в мире АЭС с водо-водяным реактором типа PWR (США, Пенсильвания, Шеппингпорт, 1957 год). Крупнейшие аварии в истории атомной энергетики: на АЭС «Три-Майл-Айленд» (США, 1979 год), на Чернобыльской АЭС (СССР, 1986 год), на АЭС «Фукусима» (Япония, 2011 год). Процесс пересмотра концепции безопасности АЭС и дальнейшего развития «культуры ядерной безопасности» как одной из основ ядерной энергетики.
3.	Строение атома и атомного ядра. Использование энергии атомных ядер	Теория (2 ч): Состав атома: ядро и атомная оболочка, элементарные частицы – нуклоны и электроны, протоны и нейтроны. Заряды ядра и элементарных частиц. Массовое число элемента. Разновидности атомных ядер: изотопы и изобары. Атомная масса и атомная единица массы. Энергия связи нуклона. Энергия связи ядра. Дефект масс. Понятие радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Закон сохранения заряда. Правило сохранения массовых чисел. Управляемая цепная ядерная реакция

№ п/п	Тема занятия	Содержание занятия
4.	Ядерный реактор. Использование тепла ядерных реакторов	Теория (2 ч): Ядерно-физические основы функционирования и основные устройства ядерного реактора АЭС на уране и тепловых нейтронах. Классификация ядерных реакторов. Ядерное топливо и радиоактивные отходы ядерных реакторов АЭС
5.	Атомная энергетика. Атомные электростанции	Теория (2 ч): Применение атомной энергии, правила и нормы. Принцип работы АЭС. Атомная энергетика в мире. Достижения и проблемы атомной энергетики в России. Обеспечение безопасности при эксплуатации АЭС. Экологическое воздействие атомной энергетики. Преимущества и недостатки АЭС
6.	Атомная энергетика: все «ЗА» и «ПРОТИВ»	Практика (2 ч): Ролевая игра по разработанному сценарию (приложение 4)
7.	Юный атомщик	Практика (1 ч): Тематическая викторина с ведущим-человеком в режиме офлайн по разработанным правилам (приложение 2)

Таблица 5

Тематическое содержание базового модуля

№ п/п	Тема занятия	Содержание занятия
1.	Вводное занятие по базовому модулю	Теория (1 ч): Краткий обзор базового модуля ДООП. Постановка целей и задач обучения. Инструктаж по технике безопасности и распределение по малым группам в соответствии с темами проектов
2.	Основные задачи, направления и стратегические цели инновационного развития ядерного энергетического комплекса России	Теория (1 ч): Основные направления, стратегические цели и первоочередные задачи инновационного развития АО «Концерн Росэнергоатом»
3.	Обзор концепций инновационного развития ядерной энергетики	Теория (2 ч): Развитие ядерной энергетики в трёх сценариях. Комплексный подход к развитию парка АЭС. Ключевые факторы неопределенности в рамках ядерной энергетики. Национальные ядерные стратегии: продление срока эксплуатации и сооружение новых АЭС. Институциональные инновации для устойчивого развития атомной энергии.
4.	Краткая характеристика ядерных энерготехнологий нового поколения	Теория (2 ч): Новая технологическая платформа атомной энергетики на основе замкнутого ядерного топливного цикла на базе реакторов на быстрых нейтронах. Повышение конкурентоспособности атомной энергетики за счет сооружения энергоблоков технологии ВВЭР по новым проектам с улучшенными технико-экономическими показателями
5.	Инновационные реакторы с жидкометаллическим охлаждением	Теория (2 ч): Этапы развития технологии тяжелых жидкометаллических теплоносителей. Основные свойства тяжелых жидкометаллических теплоносителей (галлий, свинец, эвтектика «свинец-висмут», эвтектика «свинец-литий», литий). Ядерные реакторы перспективных установок типа СВБР и БРЕСТ. Зарубежные ядерные реакторы, охлаждаемые ТЖМТ. Особенности аварийного теплоотвода в реакторах со свинец-висмутовыми свинцовым теплоносителем.
6.	Вечная энергия. Понятие замкнутого ядерного топливного цикла	Теория (2 ч): Понятие замкнутого ядерного топливного цикла. Реализация замыкания ядерного топливного цикла на базе энергоблоков с БН-1200 и ВВЭР – ТОИ со смешанным уран-плутониевым топливом.
7.	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с натриевым теплоносителем	Теория (2 ч): Проблемы, решаемые натрием в активных зонах современных реакторов. Положительные эффекты от применения натрия в качестве теплоносителя. Опыт использования апробированных, научно обоснованных и инженерно отработанных технических решений, реализованных в проектах быстрых реакторов БН-350, БН-600, БН-800. Основные проектные решения для энергоблока с реактором БН-1200
8.	Высокотемпературные газоохлаждаемые и жидкосолевые реакторы	Теория (2 ч): Физико-технические основы и характеристики ВТГР. Место технологий ВТГР в развивающейся атомной энергетике. Основные проекты ВТГР и солевых реакторов с быстрым и тепловым спектром нейтронов. Модульный высокотемпературный гелиевый реактор с газовой турбиной ГТ-МГР
9.	Атомно-водородная технология	Теория (1 ч): Ключевая проблема перехода к водородной энергетике. Направление «Водородная энергетика» - приоритетное направление научно-технологического развития Госкорпорации «Росатом». Реакторы для ядерного производства водорода
10.	Энергетика настоящего и будущего	Практика (2 ч): Пресс-конференция по разработанному сценарию (приложение 5)
11.	Выполнение НИР по проектам 1 – 5 в составе команд	Практика (4 ч): Этапы выполнения НИР: 1) выбор направления и темы исследования;

№ п/п	Тема занятия	Содержание занятия
		2) формулирование гипотезы; 3) сбор данных о предмете исследования; 4) проведение исследования; 5) оценка полученных результатов; 6) оформление работы
12.	Защита проектов 1-5	Практика (3ч): Защита одного проекта занимает до 0,6 ч и включает: 1) просмотр членами комиссии реферата по теме проекта – до 0,2 ч; 2) доклад представителя малой группы по теме представленного проекта с презентацией – до 0,2 ч; 3) ответы всей малой группы на вопросы членов комиссии по представленному проекту – до 0,2 ч
	Итого:	36 часов

9. Список рекомендованных источников

Для преподавателей:

1. Б.А. Дементьев. Ядерные энергетические реакторы. Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.

2. Б.Г. Ганчев, Л.Л. Калишевский, Р.С. Демешев и др. Ядерные энергетические установки. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежала. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 629 с.

3. С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах. Учебник. – М.: Машиностроение, 2013. – 415 с.

4. С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС. Учебное пособие; под ред. С.М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 288 с

5. А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 1; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 548 с.

6. А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 2; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 420 с.

7. А.В. Безносков, Т.А. Бокова. Оборудование энергетических контуров с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями в атомной энергетике. Учебное пособие. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2012. - 536 с.

8. А.В. Безносков, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков. Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике. Учебное пособие. – М.: ИздАт, 2007. - 434 с.

9. Г.Б. Усынин, Е.В. Кусмарцев. Реакторы на быстрых нейтронах. Учебное пособие для вузов; под ред. Ф.М. Митенкова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 288 с.

10. Р. В. Радченко. Водород в энергетике. Учебное пособие; под общ. ред. Р. В. Радченко, А.С Мокрушина, В.В. Тюльпа. - Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 229 с.

11. Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части): <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf> на сайте www.rosatom.ru.

12. «AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт *AtomInfo.Ru* (свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30792, выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны

культурного наследия 26 декабря 2007 года).

13. «Атомная энергия». Научно-технический журнал. – М.: НКО «Редакция журнала «Атомная энергия» (Scopus, WebofScience, перечни ВАК и РИНЦ): *j-atomicenergy.ru*.

14. «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, WebofScience, перечни ВАК и РИНЦ): *http://vant.iterru.ru/vant.html*.

15. «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, WebofScience, ScienceCitationIndex, INISAtomindex, перечни ВАК и РИНЦ): *http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331*.

16. «Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». Научно-технический журнал. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ (Ulrich'sPeriodicalDirectory, перечни ВАК и РИНЦ): *https://nuclear-power-engineering.ru*.

17. Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики: Т. 2 /под ред. акад. РАН А. А. Саркисова. — М.: Академ-Принт, 2015. — 387 с.: ил. — ISBN 978-5-906324-04-7 (в пер.).

Для обучающихся:

1. Сазонов А.Б. Ядерная физика: учебное пособие для среднего профессионального образования/А.Б. Сазонов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 320 с.

2. Белая книга ядерной энергетики. Замкнутый ЯТЦ с быстрыми реакторами/под общ. ред. проф. Е.О. Адамова. — М.: Изд-во АО «НИКИЭТ», 2020. — 502 с.

3. Ташлыков О.Л. Основы ядерной энергетики: учебное пособие/О.Л. Ташлыков; [научный редактор С. Е. Щеклеин]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. — 212 с.

4. Балошин Ю.А., Заричняк Ю.П., Успенская М.В. Физические основы ядерной энергетики. Часть 1: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. - 49 с.

5. Балошин Ю.А., Заричняк Ю.П., Успенская М.В. Физические основы ядерной энергетики. Часть 2: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. - 88 с.

6. Зорин В.М. Атомные электростанции: учебное пособие/В.М. Зорин. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 672 с.

Нормативно-правовая база

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (принят ГД ФС РФ 21.12.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201212300007.pdf>.
2. Стратегия Научно-технологического развития Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016г. №642 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201612010007.pdf>.
3. О Национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201805070038.pdf>.
4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. N 196 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=349174>.
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420207400>
6. Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/14644/>
7. Концепция развития дополнительного образования детей (утв. распоряжением Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>
8. Распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/18312/>
9. Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 мая 2015 года №996-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/media/files/f5Z8H9tgUK5Y9qtJ0tEFnyHlBitwN4gB.pdf>.

Тематическая викторина «Юный атомщик»

Тематическая викторина «Юный атомщик» проводится по окончании Вводного модуля. По ее результатам принимается решение о переводе всей группы обучающихся на Базовый модуль или проведении дополнительных занятий по тематике Вводного модуля с повторным проведением викторины. При удовлетворительных результатах повторной викторины вся группа обучающихся переводится на Базовый модуль. Демонстрационные материалы (слайды) каждой викторины с вопросами и предлагаемыми вариантами ответов, из которых один правильный, разрабатываются заранее.

Все обучающиеся делятся на 2 – 5 команд в зависимости от общего количества обучающихся. В каждой команде выбирается (назначается) капитан, и ему перед началом викторины выдаются бланки ответов на вопросы (по количеству вопросов викторины).

Регламент проведения викторины:

- Вид викторины: с ведущим-человеком в режиме офлайн (без Интернета или в реале). Правила викторины просты: отвечай на вопросы, зарабатывай очки!

- Место проведения викторины: **региональный информационный центр по атомной энергии (ул. Семашко, 7-Б).**

- Количество вопросов викторины: **25.**

- Количество предлагаемых вариантов ответа на один вопрос: **4.**

- Время, предоставляемое команде на обсуждение одного вопроса, письменное оформление ответа и передачи его в жюри: **1 минута.**

- Общая продолжительность викторины: **не более 1 часа.**

- Количество начисляемых баллов за один правильный ответ: **1.**

- Количество вычитаемых баллов за одно нарушение правил викторины: **1.**

По командам ведущего викторины оператор информационного центра по атомной энергии последовательно выставляет на экран слайды с очередным вопросом (с 1 по 25) викторины и четырем вариантами ответа на него, пронумерованными от 1 до 4. Ведущий викторины зачитывает этот вопрос с экрана, и по его команде «Время пошло» оператор включает таймер, установленный на 1 минуту. Выбрав для себя правильный ответ, команда указывает номер этого ответа в соответствующем бланке, который тут же передает в жюри в течение текущей минуты. После завершения викторины жюри устанавливает рейтинг участвующих в ней команд и предоставляет его ведущему, который объявляет его при подведении итогов.

В течение всей викторины ее участникам **запрещается пользоваться любыми электронными устройствами, имеющими доступ к сети Интернет.**

Особенности современных педагогических технологий

Перед современными педагогами, работающими со школьниками, стоит проблема – превратить традиционное обучение, направленное на накопление знаний, умений, навыков, в процесс развития личности ребенка.

Уход от традиционного урока через использование в процессе обучения новых технологий позволяет устранить однообразие образовательной среды и монотонность учебного процесса, создает условия для смены видов деятельности обучающихся, позволяет реализовать принципы здоровьесбережения. Рекомендуется осуществлять выбор технологии в зависимости от предметного содержания, целей занятия, уровня подготовленности обучающихся, возможности удовлетворения их образовательных запросов, возрастной категории обучающихся.

При реализации ДООП «Ядерная энергетика в современном мире» наиболее актуальными являются технологии:

1. Информационно – коммуникационная технология.
2. Проектная технология.
3. Технология проблемного обучения.
4. Игровые технологии.
5. Модульная технология.
6. Групповые технологии.
7. Традиционные технологии (классно-урочная система).

Информационно – коммуникационная технология

Применение ИКТ способствует достижению основной цели модернизации образования – улучшению качества обучения, обеспечению гармоничного развития личности, ориентирующей в информационном пространстве, приобщенной к информационно-коммуникационным возможностям современных технологий и обладающей информационной культурой, а также представить имеющийся опыт и выявить его результативность. В настоящее время необходимо умение получать информацию из разных источников, пользоваться ей и создавать ее самостоятельно. Широкое использование ИКТ открывает для педагога новые возможности в преподавании своего предмета, а также в значительной степени облегчают его работу, повышают эффективность обучения, позволяют улучшить качество преподавания.

Система применения ИКТ делится на 4 этапа:

1. Выявление учебного материала, требующего конкретной подачи, анализ образовательной программы, анализ тематического планирования, выбор тем, выбор типа занятия, выявление особенностей материала занятия данного типа.
2. Подбор и создание информационных продуктов, подбор готовых образовательных медиаресурсов, создание собственного продукта (презентационного, обучающего, тренирующего или контролирующего).
3. Применение информационных продуктов, применение на уроках разных типов, применение в воспитательной работе, применение при руководстве научно – исследовательской деятельностью обучающихся.
4. Анализ эффективности использования ИКТ, изучение динамики результатов, изучение рейтинга по предмету.

Проектная технология

Цель технологии – стимулировать интерес обучающихся к определенным проблемам, предполагающим владение определенной суммой знаний и через проектную деятельность, предусматривающим решение этих проблем, умение практически применять полученные знания.

Суть проектной методики заключается в том, что ученик сам должен активно участвовать в получении знаний. Проектная технология – это практические творческие задания, требующие от учащихся их применение для решения проблемных заданий, знания материала на данный исторический этап. Являясь исследовательским методом, она учит анализировать конкретную историческую проблему или задачу, создавшуюся на определенном этапе развития общества. Овладевая культурой проектирования, школьник приучается творчески мыслить, прогнозировать возможные варианты решения стоящих перед ним задач.

Технологию проекта следует применять в конце изучения темы по определенному циклу, как один из видов повторительно-обобщающего урока. Одним из элементов такой методики является проектная дискуссия, которая основана на методе подготовки и защита проекта по определенной теме.

Технология проблемного обучения

Под проблемным обучением понимается такая организация занятий, которая предполагает создание под руководством педагога проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность обучающихся по их разрешению, в результате чего и происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей.

Технология проблемного обучения предполагает организацию под руководством педагога самостоятельной поисковой деятельности учащихся по решению учебных проблем, в ходе которых у учащихся формируются новые знания, умения и навыки, развиваются способности, познавательная активность, любознательность, эрудиция, творческое мышление и другие личностно значимые качества.

Проблемная ситуация в обучении имеет обучающую ценность только тогда, когда предлагаемое ученику проблемное задание соответствует его интеллектуальным возможностям, способствует пробуждению у обучаемых желания выйти из этой ситуации, снять возникшее противоречие.

В качестве проблемных заданий могут выступать учебные задачи, вопросы, практические задания и т. п. Однако нельзя смешивать проблемное задание и проблемную ситуацию. Проблемное задание само по себе не является проблемной ситуацией, оно может вызвать проблемную ситуацию лишь при определенных условиях. Одна и та же проблемная ситуация может быть вызвана различными типами заданий. В общем виде технология проблемного обучения состоит в том, что перед учащимися ставится проблема и они, при непосредственном участии педагога или самостоятельно, исследуют пути и способы ее решения, т. е.:

- строят гипотезу;
- намечают и обсуждают способы проверки ее истинности;
- аргументируют, проводят эксперименты, наблюдения, анализируют их результаты, рассуждают, доказывают.

По степени познавательной самостоятельности учащихся проблемное обучение осуществляется в трех основных формах: проблемного изложения, частично-поисковой деятельности и самостоятельной исследовательской деятельности. Наименьшая познавательная самостоятельность учащихся имеет место при проблемном изложении: сообщение нового материала осуществляется самим преподавателем. Поставив проблему, педагог вскрывает путь ее решения, демонстрирует учащимся ход научного мышления, заставляет их следить за диалектическим движением мысли к истине, делает их как бы соучастниками научного поиска. В условиях частично-поисковой деятельности работа в основном направляется педагогом с помощью специальных вопросов, побуждающих обучаемого к самостоятельному рассуждению, активному поиску ответа на отдельные части проблемы.

Игровые технологии

Игра – это вид деятельности в условиях ситуаций, направленных на воссоздание и усвоение общественного опыта, в котором складывается и совершенствуется самоуправление поведением.

Педагогические игры классифицируются по следующим признакам:

1. По области применения – физические, интеллектуальные, трудовые, социальные, психологические.

2. По (характеристике) характеру педагогического процесса – обучающие, тренинговые, контролирующие, обобщающие, познавательные, творческие, развивающие.

3. По игровой технологии – предметные, сюжетные, ролевые, деловые, имитационные, драматизация.

4. По предметной области - математические, химические, биологические, физические, экологические, музыкальные, трудовые, спортивные, экономические.

5. По игровой среде - без предметов, с предметами, настольные, комнатные, уличные, компьютерные, телевизионные, циклические, со средствами передвижения.

Использование такой формы обучения решает задачи:

- осуществляет более свободные, психологически раскрепощённый контроль знаний;

- исчезает болезненная реакция учащихся на неудачные ответы;

- подход к учащимся в обучении становится более деликатным и дифференцированным.

Обучение в игре позволяет научить распознавать, сравнивать, характеризовать, раскрывать понятия, обосновывать, применять.

В результате применения методов игрового обучения достигаются следующие цели:

- стимулируется познавательная деятельность;

- активизируется мыслительная деятельность;

- самопроизвольно запоминаются сведения;

- формируется ассоциативное запоминание;

- усиливается мотивация к изучению предмета.

Всё это говорит об эффективности обучения в процессе игры, которая является профессиональной деятельностью, имеющей черты, как учения, так и труда.

Технология модульного обучения

Одно из значений международного понятия «модуль» – функциональный узел. В этом контексте он понимается как основное средство модульного обучения, законченный блок информации.

Модульное обучение – альтернатива традиционного обучения, оно интегрирует все то прогрессивное, что накоплено в педагогической теории и практике. Оно, в качестве одной из основных целей, преследует формирование у обучающихся навыков самостоятельной деятельности и самообразования. Сущность модульного обучения состоит в том, что ученик полностью самостоятельно (или с определенной дозой помощи) достигает конкретных целей учебно-познавательной деятельности. Обучение основано на формировании механизма мышления, а не на эксплуатации памяти! Рассмотрим последовательности действий построения учебного модуля.

Модуль – это целевой функциональный узел, в котором объединено: учебное содержание и технология овладения им в систему высокого уровня целостности.

Алгоритм построения учебного модуля:

1. Формирование блока-модуля содержания теоретического учебного материала темы.
2. Выявление учебных элементов темы.
3. Выявление связей и отношений между учебными элементами темы.
4. Формирование логической структуры учебных элементов темы.
5. Определение уровней усвоения учебных элементов темы.
6. Определение требований к уровням усвоения учебных элементов темы.
7. Определение осознанности усвоения учебных элементов темы.
8. Формирование блока алгоритмического предписания умений и навыков.

Для определения системы действий педагога по подготовке к переходу на модульное обучение необходимо:

1. Разработать модульную программу, состоящую из КДЦ (комплексно-дидактические цели) и совокупности модулей, обеспечивающих достижение этой цели:
2. Структурировать учебное содержание в определенные блоки. Формируются КДЦ, имеющие два уровня: уровень усвоения учебного содержания учеником и ориентация на его использование в практике.
3. Из КДЦ выделяются ИДЦ (интегрирующие дидактические цели) и формируются модули. Каждый модуль имеет свою ИДЦ.
4. ИДЦ делится на ЧДЦ (частные дидактические цели) на их основе выделяются УЭ (учебные элементы).

Введение модулей в учебный процесс нужно осуществлять постепенно. Модули можно вписывать в любую систему обучения и тем самым усиливать ее качество и эффективность. Можно сочетать традиционную систему обучения с модульной.

Применение модульного обучения положительно влияет на развитие самостоятельной деятельности учащихся, на саморазвитие, на повышение качества знаний. Учащиеся умело планируют свою работу, умеют пользоваться учебной литературой, хорошо владеют общеучебными навыками: сравнения, анализа, обобщения, выделения главного и т.п. Активная познавательная деятельность

учащихся способствует развитию таких качеств знаний, как прочность, осознанность, глубина, оперативность, гибкость.

Групповые технологии

Групповая работа на уроке - форма организации учебно-познавательной деятельности, предполагающая функционирование малых учебных групп, работающих как над общими, так и над специфическими заданиями педагога. Групповая работа на уроке стимулирует согласованное взаимодействие между учащимися, отношения взаимной ответственности и сотрудничества. Обучение сообща благоприятно влияет на развитие речи, приносит более высокие учебные результаты по сравнению с традиционными фронтальными формами и методами.

Далеко не всякое обучение в малых группах считается кооперированным (коллективным). Для этого, во-первых, в малых группах должен присутствовать дух единой команды, и каждый член группы несет ответственность за себя, за других и за группу в целом. Во-вторых, предпочтительно, чтобы членство в группе было стабильным и постоянным, а коллективные работы включались в систему контроля и оценки учебных достижений как группы в целом, так и каждого из ее членов.

К групповым способам обучения можно отнести:

- классно урочную организацию;
- лекционно-семинарскую систему;
- формы дифференциации учебного процесса;
- дидактические и ролевые игры;
- бригадно-лабораторный метод;
- метод проектов;
- метод Трампа (сочетание занятий с большой аудиторией и занятий в малых группах, где происходит индивидуальная проверка знаний).

Современный уровень школьного образования характеризуется тем, что в рамках классно-урочной системы широко применяются различные формы организации коллективной познавательной деятельности, как фронтальные, так и внутри-классные групповые.

Выделяется пять уровней коллективной учебно-познавательной деятельности:

1. Фронтальная (одновременная) работа в классе, направленная на достижение общей цели.
2. Работа в статичных парах.
3. Групповая работа (на принципах дифференциации).
4. Межгрупповая работа (каждая группа имеет свое задание в общей цели).
5. Фронтально-коллективная деятельность при активном участии всех школьников.

При правильном педагогическом руководстве и управлении эти формы позволяют реализовать основные условия коллективности:

- осознание общей цели;
- целесообразное распределение обязанностей;
- взаимную зависимость;
- контроль.

Собственно групповыми технологиями в практике называют лишь третий и четвертый уровень организации учебной работы в классе.

Такая работа требует временного деления класса на группы для совместного решения определенных задач. Ученикам предлагается обсудить задачу, наметить пути ее решения, реализовать их на практике и, наконец, представить найденный совместно результат. Эта форма работы лучше, чем фронтальная, обеспечивает учет индивидуальных особенностей учащихся, открывает большие возможности для кооперирования, для возникновения коллективной познавательной деятельности.

Традиционная технология

Отличительными признаками традиционной классно-урочной технологии являются:

- учащиеся приблизительно одного возраста и уровня подготовки составляют группу, которая сохраняет в основном постоянный состав на весь период обучения;
- группа работает по единому плану и программе согласно расписанию;
- основной единицей занятий является урок;
- урок посвящен одному учебному предмету, теме, в силу чего учащиеся группы работают над одним и тем же материалом;
- работой учащихся на уроке руководит педагог: он оценивает результаты учебы по своему предмету, уровень обученности каждого ученика в отдельности.

Уровни овладения педагогическими технологиями приведены в таблице 2.

Таблица 2

Уровни овладения педагогическими технологиями

Уровень овладения	В теории	На практике
оптимальный	•Знает научные основы различных ПТ, дает объективную психолого-педагогическую оценку (и самооценку) эффективности применения ТО в образовательном процессе	• Целенаправленно и систематически применяет технологии обучения (ТО) в своей деятельности, творчески моделирует сочетаемость различных ТО в собственной практике
развивающийся	• Имеет представление о различных ПТ; • обоснованно описывает суть собственной технологической цепочки; активно участвует в анализе эффективности используемых технологий обучения	• В основном следует алгоритму технологии обучения; • владеет приемами конструирования технологических цепочек в соответствии с поставленной целью; • использует в цепочках разнообразные педагогические приемы и методы
элементарный	• Сформировано общее, эмпирическое представление о ПТ; • выстраивает отдельные технологические цепочки, но при этом не может объяснить их целевое назначение в рамках урока; • уклоняется от обсуждения вопросов, связанных с ПТ	• Применяет элементы ПТ интуитивно, эпизодически, несистемно; • придерживается в своей деятельности какой-либо одной технологии обучения; • допускает нарушения в алгоритме (цепочке) технологии обучения

Традиционные и инновационные методы обучения должны быть в постоянной взаимосвязи и дополнять друг друга. Следует вспомнить высказывание «ВСЕ НОВОЕ ЭТО ХОРОШО ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ».

Ролевая игра «Атомная энергетика: все ЗА и ПРОТИВ»

Любая ролевая игра обладает большими возможностями в практическом, образовательном, воспитательном отношениях.

Шесть постулатов игры:

- 1) точная модель общения;
- 2) мотивационно-побудительный эффект;
- 3) усиление личностной сопричастности;
- 4) расширение ассоциативной базы;
- 5) формирование учебного сотрудничества и партнерства;
- 6) образовательное значение.

Алгоритм подготовки игры:

- раскрытие содержания учебной темы;
- создание ориентировочной основы для возможных сюжетов;
- оценка предлагаемых учениками сюжетов;
- определение ролей, исходя из индивидуально-психологических особенностей учащихся;
- ход ролевой игры (название, содержание, требования);
- подготовка – индивидуальная, коллективная;
- подготовка реквизита;
- определение задач ролевой игры;
- определение целей ролевой игры (удовольствие, выполнение правил, творчество);
- учет мотивов (самообразование, проведение времени, поиск новых форм общения и контактов).

Легенда игры: Во Дворце культуры энского муниципального образования проходят общественные слушания по предварительному варианту материалов оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) деятельности по строительству и эксплуатации энергоблоков № 1 и № 2 АЭС. В ходе слушаний возникла полемика по вопросу необходимости строительства АЭС, обозначились его сторонники и противники.

Составляющие компоненты игры:

- наличие проблемы;
- наличие персонажей/ролей;
- наличие игровых правил;
- наличие сюжета.

Сюжет игры:

- сюжет игры заключается в обсуждении преимуществ атомной энергетики и опасных факторов воздействия на окружающую среду;
 - представители общественности высказывают свои мнения и подают ходатайства за использование АЭС и против;
 - эксперт А собирает прошения за использование АЭС;
 - эксперт Б собирает прошения против использования АЭС;
 - представители общественности по очереди выступают перед экспертами.
- Сначала они представляются, указывая при «этом имя и фамилию, адрес, профес-

сию, род деятельности, затем выражают свои пожелания – за или против, мотивируя при этом свой выбор.

•после всех выступлений эксперты подсчитывают количество голосов и подают председателю, который кратко обобщает поступившие заявления и принимает окончательное решение.

Правила игры:

Преподаватель является наблюдателем, не вмешивается в ход игры. Игра длится 2 часа. Председатель начинает слушания, приветствует участников, озвучивает цели данного мероприятия и передает слово экспертам. Эксперты приветствуют собравшихся и вызывают по очереди представителей общественности: физика, историка, экономиста, географа, статистика, члена партии «зелёных».

Каждый выступающий имеет не более 10 минут на выступление. За порядок отвечает секретарь. Эксперт просит секретаря вызывать участников по очереди и приглашать их на трибуну для выступления. После заключительного слова председателя игра считается оконченной. Преподаватель подводит итоги. Участники игры высказывают впечатления, полученные от игры, предложения. Преподаватель оценивает каждого участника, делает замечания по поводу проведения игры, а также обращает внимание на правильное отбор материала. За несколько дней до проведения игры участники получили карточки с описанием своей роли и необходимой лексикой. Желательно, чтобы участник игры подготовился к своей роли, выучил слова, подготовил заранее свое выступление.

Цель игры: мотивация интереса, усиление значения полученной информации, передача профессиональных знаний, совершенствование коммуникативной подготовки, стимулирование потребности в совершенствовании собственной работы.

Форма проведения занятий: групповая.

Способ проведения: устный.

Требования: творчество, эмоциональная приподнятость, мотивация.

Принципы: активность, открытость, динамичность, наглядность, занимательность, эмоциональность, индивидуальность, коллективность, целеустремленность, самостоятельность, состязательность, результативность.

Реквизиты: бейджи и указатели посадочных мест для участников игры.

Роль преподавателя: во время игры не вмешивается и не пытается изменить ее ход, лишь наблюдает за процессом.

Ход игры:

1. Физик, который разбирается в физических основах расщепления ядер.
2. Историк, изучает основные даты развития атомной энергетики.
3. Географ, ищет все атомные станции нашей страны, и изучает условия проживания в городах атомщиков.
4. Экономист, определит статьи расходов на атомную энергетику и ее прибыль.
5. Эколог, попытается решить выделить проблемы, связанные с атомной энергетикой.

Задания для обучающихся:

Вы - Эколог

Расскажите о том, чем опасна атомная энергетика, какие экологические проблемы несет ее развитие (содействие распространению ядерного оружия, проблема захоронения радиоактивных отходов, безопасность атомных электростанций)? А может, Вы найдете что-то положительное? Определите круг вопросов, который волнует людей, которые считают атомную энергетику не безопасной. С помощью разработанной Вами презентации ознакомьте с деятельностью МАГАТЭ (приложение 6).

Вы -Историк

С помощью разработанной Вами презентации в своем сообщении дать краткий обзор истории атомной энергетики в России и мире, сообщить о действующих АЭС и их характеристиках, некоторых перспективах развития атомной энергетики в России и мире

Вы - Экономист

Посчитайте большой ли доход у атомных станций, каковы статьи расходов. Эффективна ли атомная энергетика?

Вы - Географ

Вы должны найти все атомные станции нашей страны, и рассказать о географическом положении каждой из них, дать характеристику городов атомщиков.

Вы – физик

Расскажите, в связи, с чем в середине XX века возникла необходимость нахождения новых источников энергии. С помощью разработанной Вами презентации раскройте проблему энергетического голода человечества и основные причины его возникновения. Назовите основные преимущества АЭС перед ТЭС.

Для всех групп даются заранее задания по этапам

•I этап:

Попробуйте использовать ресурсы сети Интернет или библиографические источники.

•II этап:

Проведи анализ собранного материала. Систематизируйте полученные данные.

•III этап:

Создайте презентацию, содержащую информацию о вашем исследовании и ваши выводы Подготовьте рассказ для своей команды по вашей теме«Атомная энергетика: плюсы и минусы».

Примерный текст рассказа

Введение

Антуан де Сент-Экзюпери в сказке «Маленький принц» писал: «Есть такое твердое правило: встал поутру, умылся, привел себя в порядок и сразу же приведи в порядок свою планету». Но мы, люди, часто не только не можем привести планету в порядок, а совершаем непростительные ошибки, которые приводят к катастрофам на нашей планете, планете - Земля. Возможно, такой ошибкой было начало развития ядерной энергетики, ведь именно последствия неправильного её использования или малейшие оплошности и ошибки людей или аппаратуры очень дорого обходятся в экологическом плане для всей нашей планеты.

Специалисты и общественность в последнее время активно обсуждают обширные планы руководства Росатома и правительства по вводу в ближайшее вре-

мя новых мощностей, постройки ряда новых ядерных электростанций в России и за её пределами. Конечно, высказываются и опасения, и тревога по поводу их безопасного функционирования, однако это заметно сократит тот дефицит энергии в нашей стране, который есть сейчас и укрепит энергетическую безопасность. Ведь в недавнем прошлом самая высокотехнологичная отрасль нашей экономики была почти уничтожена. Постройка новых АЭС и приведение в порядок старых, смягчит прогрессирующий дефицит энергии в России. Потребление электроэнергии в стране превосходит все прогнозы, нам необходимо её всё больше и больше. В настоящее время состояние российской энергетики можно оценить, как крайне тяжелое. За последние 15 лет, в электроэнергетике введено генерирующих мощностей менее чем вводилось в дореформенное время только в течение одного года. Физический износ большинства энергетических объектов и магистральных газопроводов достиг критического состояния. По данным Газпрома, около 18% трубопроводов служат свыше 33 лет и фактически подлежат списанию, еще 25% построены более 20 лет тому назад. Резерв мощности в некоторых регионах снизился до уровня, не позволяющего ремонтировать и модернизировать устаревшую систему, что усугубляет проблему и естественный, вполне реальный выход из положения – это АЭС. И сегодня мы должны обсудить проблемы, связанные с использованием ядерной энергии, взвесить все «за» и «против».

Развитие атомной энергетики

Современная цивилизация немыслима без электрической энергии. Выработка и использование электричества увеличивается с каждым годом. Производство электроэнергии – важнейший показатель, по которому судят об уровне развития страны. Россия занимает второе место в мире по производству электроэнергии. Но перед человечеством уже маячит призрак грядущего энергетического голода из-за истощения месторождений горючих ископаемых и все больших экологических потерь при получении электроэнергии.

Вырабатывается электроэнергия на электростанциях. Выделяются основные типы электростанций: ТЭС, ГЭС, АЭС.

ТЭС строят в районах добычи топлива или в районах потребления энергии. ГЭС выгодно строить на полноводных горных и равнинных реках. АЭС построены в районах, где потребляется много энергии, а других энергоресурсов не хватает.

Процесс получения энергии всегда связан с вредными для человека последствиями независимо от вида топлива, но степень вредности разная.

ТЭС загрязняют воздух, шлаки станций, работающих на угле, занимают огромные территории.

Водохранилища равнинных ГЭС заливают плодородные пойменные земли, приводят к заболачиванию территорий.

Небезопасными оказались и АЭС.

Примерно в середине XX века была впервые получена энергия расщепления ядер атомов тяжелых металлов — **плутония и урана**. Такая энергия стала называться ядерной или атомной.

В 1954 году была построена первая в мире атомная станция – Обнинская АЭС. На сегодняшний день эта АЭС экспериментальная станция, вырабатывающая небольшое количество энергии. По мощности атомных станций Россия зани-

мает 4-е место в мире (после США, Франции и Японии). А по выработке электроэнергии на атомных станциях 20-е место в мире.

До 1986 г. большие надежды в решении многих экологических проблем, связанных с энергетикой, возлагались на атомные станции. Широкое применение ядерной энергетики позволяет экономить невозобновляемые топливные ресурсы и использовать их более рационально. Так, при производстве 1 трлн кВт электроэнергии, выработанного на АЭС, необходимо было бы сжечь на ТЭС 280 млн т ископаемого топлива. При этом неизбежно происходило бы интенсивное загрязнение природной среды большим количеством продуктов неполного сгорания топлива и газа. АЭС при нормальной работе практически не загрязняет окружающую среду. Кроме того, в отношении радиационной безопасности АЭС более благоприятны, чем электростанции, работающие на угле. Так, доза радиоактивного облучения за счет выбросов АЭС в 5-40 раз меньше дозы за счет выбросов ТЭС аналогичной мощности. Выработка электроэнергии на атомных станциях не сопровождается выбросами в атмосферу углекислого газа и поэтому не усугубляет проблемы, связанные с парниковым эффектом.

Использование атомной энергии сейчас решает часть энергетических проблем. Но как оказалось вреда от использования атомной энергии больше, чем пользы. Весь технологический процесс добычи изготовления атомного горючего на каждом этапе связан с вероятностью радиоактивного заражения окружающей среды и облучения людей.

Ежегодно АЭС заменяют около трети «ядерного горючего» новым. Из АЭС мощностью 1300 МВт каждый год извлекают 30 т отработанного урана. Причём уровень его радиоактивности в сотни и тысячи раз выше естественного фона. Также в отработанном топливе содержится чрезвычайно токсичный плутоний. Что делать с очень опасными отходами? Вопрос не решён до сих пор. Эти отходы имеют большой период полураспада и поэтому опасны на протяжении жизни многих поколений. Остаётся очень много и жидких радиоактивных отходов, которые подлежат переработке.

Недавно опубликованы результаты исследования отношения россиян к строительству атомных станций в России. Согласно результатам исследования, положительно относятся к этой перспективе 66% россиян. В свою очередь, противников АЭС тоже немало — 34%. Последние полагают, что «Необходимо развивать гидроэлектростанции, а также использовать энергию солнца и ветра, а не потенциально опасную ядерную энергетику». В качестве основного довода приводится высокая вероятность возникновения техногенной катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Сегодня мы попытаемся рассмотреть достоинства и недостатки атомной энергетики, основываясь на мнениях известных ученых, статистических данных и данных социологических опросов.

«Плюсы» атомной энергии

1. Атомная энергетика безвредна для климата. Если посмотреть на весь жизненный цикл атомной электростанции, становится понятно, что атомная энергетика может легко не отставать от возобновляемых источников энергии по выбросам парниковых газов. Конечно, атомная энергетика не является полностью углеродно-нейтральной. Потому что переработка руды, добыча урана и производство топливных элементов невозможны без выделения углекислого газа.

2. Атомные электростанции могут повторно использовать ядерные отходы. Отработавший топливный стержень не обязательно утилизировать. После трех лет охлаждения его можно разобрать и переработать. Ядерные отходы состоят из 95% урана и 1% плутония. На утилизацию остается всего 4%. Например, во Франции 10% электроэнергии производится из переработанных ядерных отходов.

3. Атомная энергия безопаснее ископаемых и частично возобновляемых источников энергии. Размышляя об атомной энергии, автоматически приходят мысли о радиоактивности и различных заболеваниях, которые могут быть вызваны радиацией. Такой сценарий пугает большинство людей.

Во многих странах доказали, что облучение перед посевом семян озимой пшеницы, картофеля, фасоли, кукурузы, сои, огурцов и томатов повышает урожайность на 10 – 30%. К тому же у растений быстрее развивались листья, приближались сроки цветения и созревания. А у томатов стимулирующая роль облучения сказывалась и во втором поколении.

В последнее время интерес к радиационной обработке сместился в новую область: речь идёт о консервации пищевых продуктов. Венгерские специалисты создали специальные установки для облучения перед хранением картофеля, лука, шампиньонов, томатов, корнеплодов. Если в контрольных партиях потери достигали 30%, то в облучённых – лишь 10%. А в Японии для радиационной обработки картофеля построена промышленная установка, производительностью 10 тысяч тонн в год. Облучённый на ней картофель, как утверждают разработчики, может храниться в течении года при температуре до +200, позволяя отказаться от охлаждающих хранилищ. Чаще всего консервирующая роль излучения состоит в том, что оно убивает гнилостные бактерии.

Всё это хорошо, но где гарантия, что облучённые продукты не вредны для человека? Ответ на этот вопрос дали исследования, которые проводились во многих странах. Самые строгие и чувствительные приборы не смогли обнаружить в облучённых продуктах никаких следов остаточной радиации.

Добрую службу несут радиоактивные элементы в геологии. Применение методов, основанных на регистрации естественной радиоактивности горных пород, позволяет геологам значительно быстрее получить информацию об элементном составе исследуемых геологических объектов. Используется способность каждого радиоактивного нуклида излучать только строго определённый, характерный, спектр гамма – излучения. Такой спектр, подобно паспорту, полностью отражает его индивидуальность. По этому спектру можно рассчитать концентрацию определённого нуклида в толще горной породы, сделать вывод о том, имеет ли эта скважина промышленное значение.

Использование метода меченых атомов в медицине позволяет провести диагностику многих заболеваний. С помощью радиоактивного изотопа йода диагностируют заболевания щитовидной железы на ранней стадии. Раковые новообразования сначала облучают радиоактивным кобальтом, а затем уже удаляют больные ткани. Заболевания легких распознают на ранней стадии благодаря флюорографии - моментальному рентгеновскому снимку.

В **медицинской промышленности** такие изделия, как хирургические перчатки, шприцы и многие другие стерилизуются с помощью радиации. Использование облученных стерильных изделий снизило опасность передачи инфекции в больницах и клиниках.

Но количеству радиоактивного изотопа углерода в органических остатках (дерево, угли из костра, кости животных) археологи достаточно точно определяют возраст своих находок, в промышленности с помощью радиоактивных изотопов определяют качество изделия, однородность составляющих (например, в бетоне), степень механического износа трущихся и вращающихся поверхностей.

В селекции гамма или нейтронное излучение используется для облучения семян чтобы вызвать у них мутации и вывести новый сорт.

Ещё одно использование - ядерные взрывные технологии. К настоящему времени выполнено множество мирных ядерных взрывов, глубинное сейсмозондирование земной коры с целью поиска полезных ископаемых, интенсификация нефтяных и газовых месторождений, создание подземных ёмкостей для хранения газа и конденсата. Достоверные данные о нанесении при этом ущерба жизни и здоровью хотя бы одного человека отсутствуют. Надо помнить, что абсолютно безопасных технологий не бывает.

«Минусы» атомной энергии

1. Атомная энергия может быть опасной. Природные катаклизмы случаются по всему миру. В 2011 году землетрясение и цунами вызвали аварию на Фукусиме. Конечно, вероятность землетрясений особенно высока из-за сдвигов тектонических плит в Японии. В связи с этим правомерен вопрос о том, почему именно в этом месте были построены атомные электростанции. Тем не менее, такое может произойти и в регионах, где стихийные бедствия менее вероятны. Это видно на примере Чернобыля 1986 года. Триггером здесь стал эксперимент на турбогенераторе. В Чернобыле суперкатастрофа была вызвана исключительно человеческим фактором.

2. Захоронение радиоактивных отходов. После пяти лет эксплуатации тепловыделяющие элементы атомных электростанций подлежат замене. Поскольку с этого момента они все еще радиоактивны, их необходимо хранить еще 40 лет, пока они не «остынут» достаточно. Чтобы сделать их пригодными для окончательного хранения, они должны быть соответствующим образом упакованы. Чем больше ядерной энергии производится, тем больше производится радиоактивных отходов.

3. Атомную энергетику трудно регулировать. Атомные электростанции непрерывно поставляют большое количество энергии. Например, в то время как угольные электростанции могут производить электроэнергию, когда это необходимо, атомная электростанция работает даже тогда, когда энергия не нужна. Теоретически производство электроэнергии может быть остановлено, когда потребность в энергии мала. Но это нехорошо для реактора.

Заключение

В пределах России размещено 11 АЭС, которые дают примерно 20% электроэнергии. Всего на территории России действует 37 энергетических реакторов. Несколько сотен их установлено на атомных подводных лодках, снабженных ракетами с ядерными боеголовками. В России имеется 4 базы таких подводных лодок: две на Северном Ледовитом океане, две на Тихом океане. Кроме ядерного подводного флота, существует надводный флот с энергетическими реакторами, представленный ледоколами, базирующимися в Мурманске.

Сценарий пресс- конференции на тему «Энергетика настоящего и будущего»

Цели урока в форме пресс-конференции:

- 1.Сформировать представление о видах электростанций, их достоинствах и недостатках;
- 2.Развивать экономическое и экологическое мышление, умение анализировать.
- 3.Воспитывать экологическую, экономическую, информационную, коммуникативную культуру учащихся.

Ход урока:

«Тут есть такое твердое правило», - сказал мне позднее Маленький принц, - «встал поутру, умылся, привел себя в порядок - и сразу же приведи в порядок свою планету».

А. де Сент-Экзюпери.

Педагог:Здравствуйте. Сегодня в НГТУ проходит пресс- конференция на тему «Энергетика настоящего и будущего». Мы будем говорить о современной энергетике и её проблемах. Нашими гостями являются специалисты, работающие на различных электростанциях, журналисты, представители общественности. Приглашаю вас к активному участию в конференции. По её ходу вы можете высказывать свои мнения, задавать вопросы, соглашаться или не соглашаться с предложенными вариантами решения проблем. Ваше участие будет оценено при подведении итогов конференции.

Представление ведущих конференции (из числа обучающихся)

Ведущий 1:Рождение энергетики произошло несколько миллионов лет тому назад, когда люди научились использовать огонь.Среди пригодных к использованию и экономически выгодных форм энергии особое место занимает электрическая энергия. Целый ряд ее преимуществ явился причиной того, что электроэнергия используется в современном обществе наиболее широко. Во-первых, электрическая энергия сравнительно легко может быть получена за счет других видов энергии (механической, внутренней, химической); во-вторых, сравнительно просто осуществить и обратный процесс; в-третьих, эту энергию можно передавать с весьма незначительными потерями на большие расстояния от места производства к месту потребления; в-четвертых, электрическая энергия легко дробится, что очень важно для ее распределения по отдельным токоприемникам.

Ведущий2: В настоящее время нет ни одной отрасли народного хозяйства, ни одного предприятия, которые не потребляли бы электроэнергию. Электрический ток, электродвигатель проникают всюду. Решительно преобразуя производство, облегчая труд, значительно поднимая его производительность.

Энергетика настоящего и будущего – вот о чем состоится сегодня разговор.

Ведущий 1: Основными поставщиками электроэнергии являются сегодня тепловыеЭС, гидроЭС и атомныеЭС. Предоставим слово специалистам этих отраслей. Слово главному инженеру ТЭС... Расскажите,пожалуйста, о производстве энергии на вашей станции.

Главный инженер ТЭС:Презентация.

Ведущий 2:Спасибо за информацию. А теперь слово главному инженеру ГЭС...

Главный инженер ГЭС: Презентация.

Ведущий 1:Благодарим вас. Слово «атомщикам»...

Главный инженер АЭС: Презентация.

Ведущий 2:Большое спасибо за полученную информацию. Но у нас и,я думаю, у слушателей накопились вопросы к специалистам разных видов ЭС. Пожалуйста, вопросы.

Корреспондент газеты «Аргументы и Факты»:Время от времени европейские страны и США потрясают энергетические кризисы. Не ждёт ли Россию такое же в будущем?

Ведущий 1:Пожалуйста, кто сможет ответить на этот вопрос? Слово специалист из РАО ЕЭС - единой энергосистемы, представляющей собой совокупность объединённых энергосистем (ОЭС).

Специалист из ЕЭС:Отвечает на вопрос, демонстрируя слайды по излагаемой теме.

Ведущий 2:Спасибо, понятно, что РАО ЕЭС регулирует подачу электроэнергии с мест, где её много, в те места, где её не хватает. Вопросы.

Представитель Гринписа:Запасы нефти, газа, угля (на экране демонстрируется слайд с диаграммой) ограничены на Земле. К тому же интенсивное сжигание топлива может привести к необратимым изменениям климата Земли, загрязнению атмосферы. Может быть прекратить строительство ТЭС?

Ведущий 1:Очень важный вопрос. А ответит на него работник экологической службы ТЭС...

Эколог ТЭС: Ни в коем случае. Одной из актуальных проблем отечественной электроэнергетики является сокращение выбросов оксидов азота. На электростанциях отрасли, особенно на газомазутных котлах, широко распространены различные технологические методы очистки дымовых газов от NO_x . Благодаря переводу многих ТЭС на сжигание природного газа, выбросы SO_2 предприятиями электроэнергетики за последние 10 лет существенно сократились, особенно в Европейской части России. Сокращение выбросов золы на объектах электроэнергетики за последние годы достигнуто в основном также за счет уменьшения потребления твердого топлива и за счет очистки газов. Тепловые электростанции отрасли оснащены электрофильтрами и мокрыми золоуловителями. Проблема сточных вод ТЭС может быть эффективно решена путём широкого внедрения типовых очистных сооружений для очистки сточных вод, загрязнённых нефтепродуктами. При рассмотрении проблем экологии не следует забывать, что их решение требует больших капитальных затрат.

Ведущий 2:Спасибо. ТЭС, безусловно, нужны. А как обстоят дела с экологией на гидроЭС? Слово экологу ГЭС.

Эколог ГЭС:Гидроэнергоресурсы считаются возобновляемым источником энергии, благодаря этому гидроэлектростанции производят наиболее дешёвую электроэнергию. Достоинствами ГЭС можно считать экономию топлива, снижение загрязнения окружающей среды. Для запуска ГЭС нужно 1-2 минуты, а для запуска ТЭС- несколько часов.

Представитель Гринписа:Позвольте не согласиться.Создание крупных водохранилищ ведет к затоплению ценных земель, а строительство плотин препятствует естественной миграции рыб. Вода, использованная в турбинах гидроэлектростанций, становится «мертвой», в ней погибают все микроорганизмы. Более 1

млрд. людей в мире не имеют доступа к постоянным источникам воды, а еще 2 млрд. человек испытывают недостаток в чистой воде, поскольку живут в антисанитарных условиях. Каждую минуту в мире от нехватки воды гибнут 6 детей. Трагедия на Саяно-Шушенской ГЭС Что вы скажете на это?

Эколог ГЭС: Следует отметить, что по вопросу строительства гидроэлектростанций в мире нет единого мнения. За ограничение гидроэнергетического строительства выступает ряд экологов. Полностью остановить строительство гидроэлектростанций на реках вряд ли удастся, т.к. потребность экономики в электроэнергии огромна. При проектировании гидроузлов и водохранилищ важное значение надо придавать сохранению пойменных земель, участков и старопахотных угодий. Решение этих вопросов достигается технико-экономическим обоснованием выбора створа ГЭС, защитой пойменных земель путем обвалования и посредством специальных выпусков ГЭС и гидроузлов.

Ведущий 1: Спасибо. Ваши вопросы, пожалуйста.

Корреспондент газеты «Комсомольская правда»: Считалось, что ядерная энергетика является «экологически чистой» и безопасной (на экране демонстрируется слайд по теме вопроса). Эта иллюзия была разрушена после нескольких больших аварий в Великобритании, США и СССР, апофеозом которых стала катастрофа на черновыльской АЭС.

Эколог АЭС: Ядерная энергетика не влияет на изменение климата Земли, т.к. реакторы не вырабатывают углекислый газ. Запасы урана достаточно велики, и атомной энергии хватит еще надолго, даже с учетом роста энергопотребления в XXI веке. Во Франции уже сегодня 78% электроэнергии производится на атомных станциях, в Японии - 33%. При правильном использовании и серьезном отношении атомная энергетика оказывается вне конкуренции и с экологической точки зрения.

Корреспондент газеты «Комсомолец Каспия»: Вот слова из песни «Атланты»... (звучит песня) Объясните это явление.

Корреспондент газеты «Зелёный мир»: Это явление, сопутствующие ядерному взрыву. «Ядерный гриб» представляет собой сильно развитое кучевое дождевое облако, похожее на гриб. Из ядерных облаков выпадают сильные ливневые дожди, которые тушат значительную часть пожаров, возникших в результате взрыва. Эти эффекты характерны для любого взрыва большой мощности. А вред, наносимый экологии очевиден. Об этом напоминает и Хиросима, и Нагасаки, и Чернобыль.

Корреспондент газеты «Комсомольская правда»: А проблема захоронения радиоактивных отходов?

Эколог АЭС: Есть варианты переработки отходов ядерного топлива на радиохимических заводах. Также ведется активный поиск мест для создания могильников, построены либо разрабатываются «пилотные» установки.

Корреспондент газеты «Аргументы и факты»: Одна из психологических проблем - боязнь атомных электростанций как источников вредного влияния на здоровье населения. Как её решить?

Психолог: Невзирая на Синдром Чернобыля, строительство новых АЭС не прекращается, после 1986 года оно значительно увеличилось (только за 2 года после Чернобыльской аварии введено к действию 39 АЭС, в т.ч. 13 в США, 9 – во

Франции). В подавляющем большинстве люди не разбираются в числах и параметрах, характеризующих радиоактивные излучения, поэтому легко поддаются слухам и домыслам.

Ведущий 2: Много доводов прозвучало и «за», и «против» традиционных видов электростанций. Это заставило учёных искать новые способы получения энергии. Среди слушателей есть молодые учёные, разработавшие проекты альтернативных электростанций.

А теперь мы послушаем песню А.Пахмутовой «Пока не поздно».

Ведущий 1: Молодые учёные получили задания:

Первая группа: создать проект для энергообеспечения новых трёхэтажных домов в посёлке Володарский.

Ведущий 2: Вторая группа: создать проект энергообеспечения чабанских точек в степях Аксарайска.

Ведущий 1: Третья группа: создать проект энергообеспечения нового туристического комплекса в Володарском районе.

Ведущий 2: Четвертая группа: создать проект энергообеспечения минипекарен в новом микрорайоне.

Ведущий 1: При выборе типа электростанции надо учесть:

- а) географическое расположение объекта;
- б) климатические условия в данной местности;
- в) населенность местности;
- г) рельеф местности;
- д) энергоёмкость обеспечиваемого объекта;
- е) экологические факторы использования типа электростанции.

Ведущий 2: Предоставим им слово...

Защита проектов.

Ведущий 1: Есть ли вопросы? А нам пришло время подвести итоги пресс-конференции. Сегодня мы узнали о разных видах электростанций, просчитали + и – каждой, поняли, что значение электроэнергии в жизни человека трудно переоценить, но...

Ведущий 2: Человек должен всегда помнить, что, вторгаясь в тайны природы, нельзя нарушать ее законы. Кроме того, в своих действиях нужно руководствоваться правилом «Не навреди!», быть осмотрительным, внимательным, просчитывать последствия на несколько ходов вперед. А главное – всегда помнить о других людях, ценности жизни, уникальности нашей планеты.

Ведущий 1: Наши корреспонденты газеты «Заря Каспия» подготовили экспресс-газету о нашей конференции.

Ведущие 1 и 2: Всем спасибо. До новых встреч.

Педагог: Сегодня на уроке мне понравились работы учеников. Они получили оценки... А ваше впечатление о конференции? Что нового, полезного Вы узнали из конференции? Что особенно не понравилось? Ваши отзывы можно присылать на электронный адрес ... и редакцию газеты «Заря Каспия».

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ)



Международное агентство по атомной энергии
(МАГАТЭ)

— международная межправительственная
организация для развития международного
сотрудничества в области мирного использования
атомной энергии.

Создание МАГАТЭ

МАГАТЭ создано в 1957 в соответствии с решением ООН от 4 декабря 1954, входит в систему ООН, с которой связано специальным соглашением; ежегодно представляет доклад о своей деятельности Генеральной Ассамблее ООН и при необходимости — Совету Безопасности ООН.

Устав МАГАТЭ был утверждён на учредительной конференции в Нью-Йорке в сентябре 1956 и вступил в силу 29 июля 1957.

Сферы деятельности

МАГАТЭ:

созывает международные научные форумы для обсуждения вопросов развития атомной энергетики, направляет в различные страны специалистов для помощи в исследовательской работе,

оказывает посреднические межгосударственные услуги по передаче ядерного оборудования и материалов,

Сферы деятельности



Исполняет контрольные функции и, в частности, наблюдает за тем, чтобы помощь, предоставляемая непосредственно агентством или при его содействии, не была использована для каких-либо военных целей.

Большое внимание в деятельности МАГАТЭ уделяется вопросам обеспечения безопасности ядерной энергетики, особенно после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986.

МАГАТЭ и нераспространение ядерного оружия

Важнейшее направление деятельности МАГАТЭ — обеспечение нераспространения ядерного оружия. По Договору о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) на МАГАТЭ возложена проверка выполнения обязательств его участников. Контрольные функции Агентства — так называемые гарантии МАГАТЭ — имеют цель не допустить в странах, не обладающих ядерным оружием, переключения атомной энергии с мирного применения на создание ядерного оружия.



С заключением ДНЯО его участники, не обладающие ядерным оружием, обязались заключить с Агентством соглашения, которые предусматривают осуществление контроля МАГАТЭ в отношении всей их мирной ядерной деятельности.

Департамент гарантий, созданный в рамках Секретариата МАГАТЭ, обеспечивает контроль за ядерными установками и материалами путём изучения соответствующих учётных документов, проверки работы операторов на ядерных установках, проведения выборочных измерений в «ключевых точках» установок. В этих целях широко практикуется направление инспекторов на места.

