

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева

Институт химических и биологических технологий

Кафедра Биотехнология

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**



Директор ИХиБТ

Гуйебахова З.К.

2019 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему «Разработка мероприятий по производственной безопасности АЭС»

по специальности 5В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита  
окружающей среды

Выполнил

Варисов Ф.Т.

Рецензент

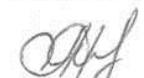
к.т.н., ассоц.профессор  
МОК (КазГАСА)

 Жараспаева Г.Ж.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Научный руководитель

к.т.н., ассистент профессор

 Акубаева Д.М.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Алматы 2019

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт химических и биологических технологий

Кафедра Биотехнология

5В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды



Туйебахова З.К.  
2019 г.

## **ЗАДАНИЕ на выполнение дипломного проекта**

Обучающемуся Варисову Ф.Т.

Тема: «Разработка мероприятий по производственной безопасности АЭС»

Утверждена приказом ректора университета № 1163-б от 16 октября 2018 г.

Срок сдачи законченного проекта: «б» мая 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Нормативно-правовое регулирование в области радиационной обстановки

б) Анализ опасных и вредных факторов, оказывающих воздействие на персонал АЭС

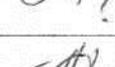
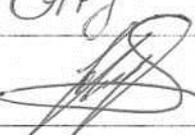
в) Мероприятия по защите персонала АЭС

г) Принципы и способы защиты персонала АЭС

д) Оценка радиационной обстановки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены на 11 слайдах в презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 15 наименований

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Обзор источников по теме диплома	Акубаева Д.М., к.т.н., асс.проф.	08.09.2019	
Нормативно-правовое регулирование	Акубаева Д.М., к.т.н., асс.проф.	08.09.2019	
Анализ опасных и вредных факторов	Акубаева Д.М., к.т.н., асс.проф.	08.09.2019	
Описание АЭС и мероприятия по защите персонала	Акубаева Д.М., к.т.н., асс.проф.	08.09.2019	
Оценка радиационной обстановки	Акубаева Д.М., к.т.н., асс.проф.	08.09.2019	
Нормоконтролер	Садвакасов Е.Е, магистр, лектор	08.09.2019	

Научный руководитель  Акубаева Д.М.

Задание принял к исполнению обучающийся  Варисов Ф.Т.

Дата

«21» января 2019 г.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыс еңбектің күзетінің мәселесіне бас атомды электр бекетте арнаулы, іс-шаралар ша жұмыстың және өндірістік үдерістің шартының сапасының жақсартуы қара-, ал да ядролық энергетиканың сұрақтары ара Қазақстанда арада бүтіндікте ти-. жұмыстың өзектілігі жобаның аэс зерттемесінің түбімен ара РК кесімді, ал да дамыту зармен қайраттың альтернативті бастауларын ара елде және әлемде, постсоветского ая және ұзақ зарубежья тәжірибе қаруланып.

## **АННОТАЦИЯ**

Дипломная работа посвящена проблеме охраны труда на атомной электрической станции, рассмотрены мероприятия по улучшению качества условий работы и производственного процесса, а также затронуты вопросы ядерной энергетики в Казахстане в целом. Актуальность работы обусловлена началом разработки проекта АЭС в РК, а также необходимостью развивать альтернативные источники энергии в стране и мире, вооружившись опытом постсоветского пространства и дальнего зарубежья.

## **ANNOTATION**

Diploma thesis deals with the problem of occupational safety at the nuclear power station, with regard to activities to improve the quality of working conditions and production processes, and also talked about nuclear energy in Kazakhstan as a whole. Relevance of the work is due to start development of nuclear power plant project in Kazakhstan, as well as the need to develop alternative sources of energy in the country and the world, armed with the experience of the former Soviet Union and other countries.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Общие положения по радиационной безопасности	8
1.1 Нормативно-правовое регулирование в области радиационной обстановки	8
1.2 Анализ опасных и вредных факторов, оказывающих воздействие на персонал АЭС	9
2 Мероприятия по защите персонала АЭС	12
2.1 Принципы и способы защиты персонала АЭС	12
2.2 Обеспечение производственной безопасности АЭС	16
3 Методика оценки радиационной обстановки	20
4 Контроль радиационно-опасных объектов	24
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	29

## ВВЕДЕНИЕ

Дипломная работа посвящена вопросам промышленной безопасности в области радиационной опасности. Известно, что крупные промышленные предприятия, которые являются источниками различных вредных и опасных выбросов в окружающую среду обязаны выплачивать штрафы за выбросы в окружающую среду. Поэтому целесообразно использовать малоотходные технологии или возобновляемые источники энергии. Зачастую малоотходные технологии дорогостоящи, а их обслуживание иногда превышает прирост дохода самого предприятия. К возобновляемым источникам энергии относятся такие природные явления, как приливы и отливы, геотермальные температуры, солнце, ветра. В Казахстане на современном этапе частично используют эти источники (например, ветряные мельницы, солнечный свет), однако, они не покрывают всей потребляемой энергии.

Чтобы восполнить недостающие источники энергии, необходимо модернизировать теплоэлектростанции Казахстана, имеющие старое оборудование и выбрасывающие ежегодно в окружающую среду тонны вредных веществ или, как предлагают некоторые эксперты, построить атомную электростанцию. С одной стороны, мощность атомной электростанции будет покрывать недостающую энергию, с другой стороны, она является более экологичной, по сравнению с теплоэлектростанцией.

В данной работе рассмотрены все плюсы и минусы строительства атомной электростанции в Казахстане. Тем более, в свете возобновленных переговоров с Россией о ее строительстве. А также рассмотрены мероприятия по производственной безопасности, позволяющие избежать аварии и инциденты на АЭС, что является актуальным для современного общества.

## **1 Общие положения по радиационной безопасности**

### **1.1 Нормативно-правовое регулирование в области радиационной обстановки**

В результате проведенных за последнее десятилетие социально-экономических преобразований в Казахстане неоднократно менялись формы собственности и ведомственная принадлежность предприятий и учреждений атомной энергетики. В настоящее время все объекты атомной энергетики сосредоточены в одном ведомстве – в Министерстве энергетики Республики Казахстан. Часть этих объектов, такие как исследовательские реакторы, принадлежат Национальному ядерному центру Республики Казахстан. Остальные предприятия, занятые добычей и переработкой урана и выводом из эксплуатации энергетической реакторной установки (РУ БН-350) входят в состав АО НАК «Казатомпром».

Нормативно-правовое регулирование в области радиационной безопасности включает:

- Закон Республики Казахстан «Об использовании атомной энергии» от 12.01.2016 г.;

- Закон Республики Казахстан «О радиационной безопасности населения» от 23.04.1998 г.;

- «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» от 27.02.2015 г.;

- «Правила обеспечения промышленной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения» от 26.12.2014 г.;

- «Санитарно-эпидемиологические требования к радиационно-опасным объектам» от 27.03.2015 г.;

- Технический регламент «Ядерная и радиационная безопасность» от 20.02.2017 г.;

- Технический регламент «Ядерная и радиационная безопасность исследовательских ядерных установок» от 20.02.2017 г.;

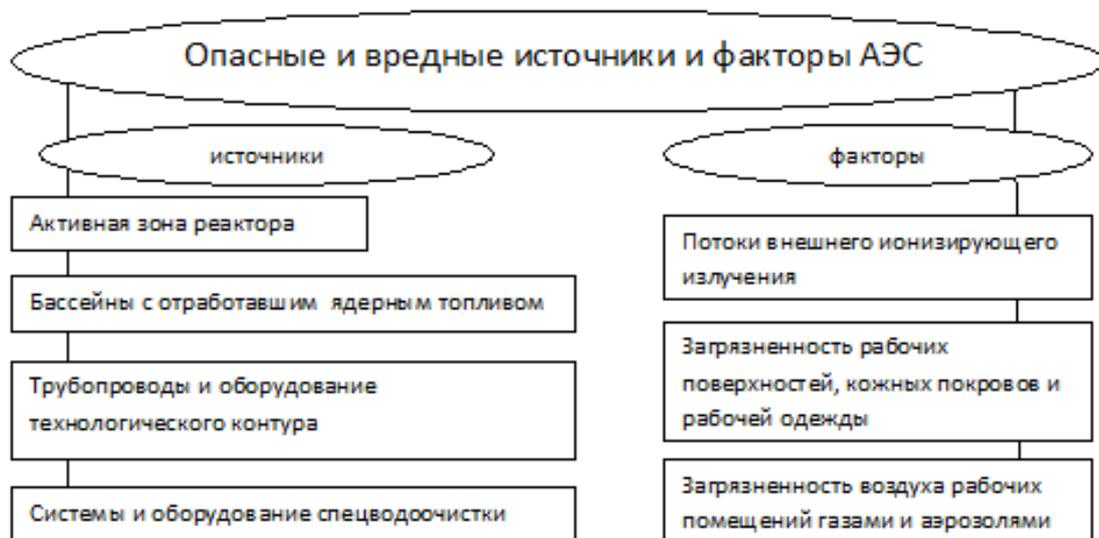
- Технический регламент «Ядерная и радиационная безопасность атомных станций» от 20.02.2017 г.

- Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 20 февраля 2017 года № 60 «Об утверждении Технического регламента «Ядерная и радиационная безопасность атомных станций».

В апреле 2019 года переговоры по строительству АЭС в Республике Казахстан возобновились. Определено предварительное место строительства – поселок Улкен Алматинской области недалеко от озера Балхаш. Конечно, это приведет к пересмотру некоторых законодательных актов в области радиационной безопасности.

## 1.2 Анализ опасных и вредных факторов, оказывающих воздействие на персонал АЭС

Основные опасные и вредные источники и факторы на АЭС [1] представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Основные опасные и вредные источники и факторы на АЭС**

Ядерный реактор опасен как внешним, так и внутренним облучением, так как вблизи реактора присутствуют источники гамма-излучения и нейтронов.

Как известно, гамма-излучение и нейтроны, накапливаясь в организме работника, вызывают профессиональное заболевание – лучевую болезнь. Поэтому вблизи реактора без надлежащей защиты облучение может быть наиболее опасным и необратимым.

Помимо гамма-излучения и нейтронов, в зоне реактора возможны несанкционированные выбросы радиоактивных продуктов деления ядер урана.

Все трубопроводы и оборудование технологического контура, входящие в первый контур АЭС, являются радиоактивными из-за теплоносителя, циркулирующего в них. Бассейны с отработавшим ядерным топливом, а также системы и оборудование спецводоочистки несут в себе радиоактивные элементы.

В результате протечек технологических сред или при вскрытии оболочек во время ремонта в воздух рабочей зоны помещений могут выделяться радиоактивные газы и аэрозоли.

Опасными и вредными факторами для персонала АЭС будут являться потоки внешнего излучения, загрязненность рабочих поверхностей, кожных покровов и рабочей одежды.

При проектировании и эксплуатации АЭС также необходимо учитывать возможность выбросов радиоактивных продуктов в окружающую среду.

Схематично виды взаимодействий, которые могут возникать в системе «АЭС – окружающая среда», представлены на рисунке 2 [2].

Следует отметить, что при соблюдении культуры безопасности на АЭС, а также соблюдении всех норм по проектированию, строительству и эксплуатации – АЭС практически безопасна. Рассмотрим плюсы и минусы строительства атомных электростанций. Плюсы – Казахстан имеет большие запасы урана, здесь производятся урановые таблетки и тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ), что позволяет самостоятельно обеспечивать себя ядерным топливом, АЭС практически не выбрасывает вредные вещества в атмосферу и более экологична, тем более по сравнению с угольными ТЭС; считается, что это более дешевая энергетика и ее используют более развитые страны. Минусы – радиационные аварии, которые происходили в истории, вызывают опасения у населения и общественности, строительство АЭС обойдется Казахстану около 5 миллиардов долларов, которые можно было бы направить на модернизацию и замену изношенного оборудования угольной энергетике.

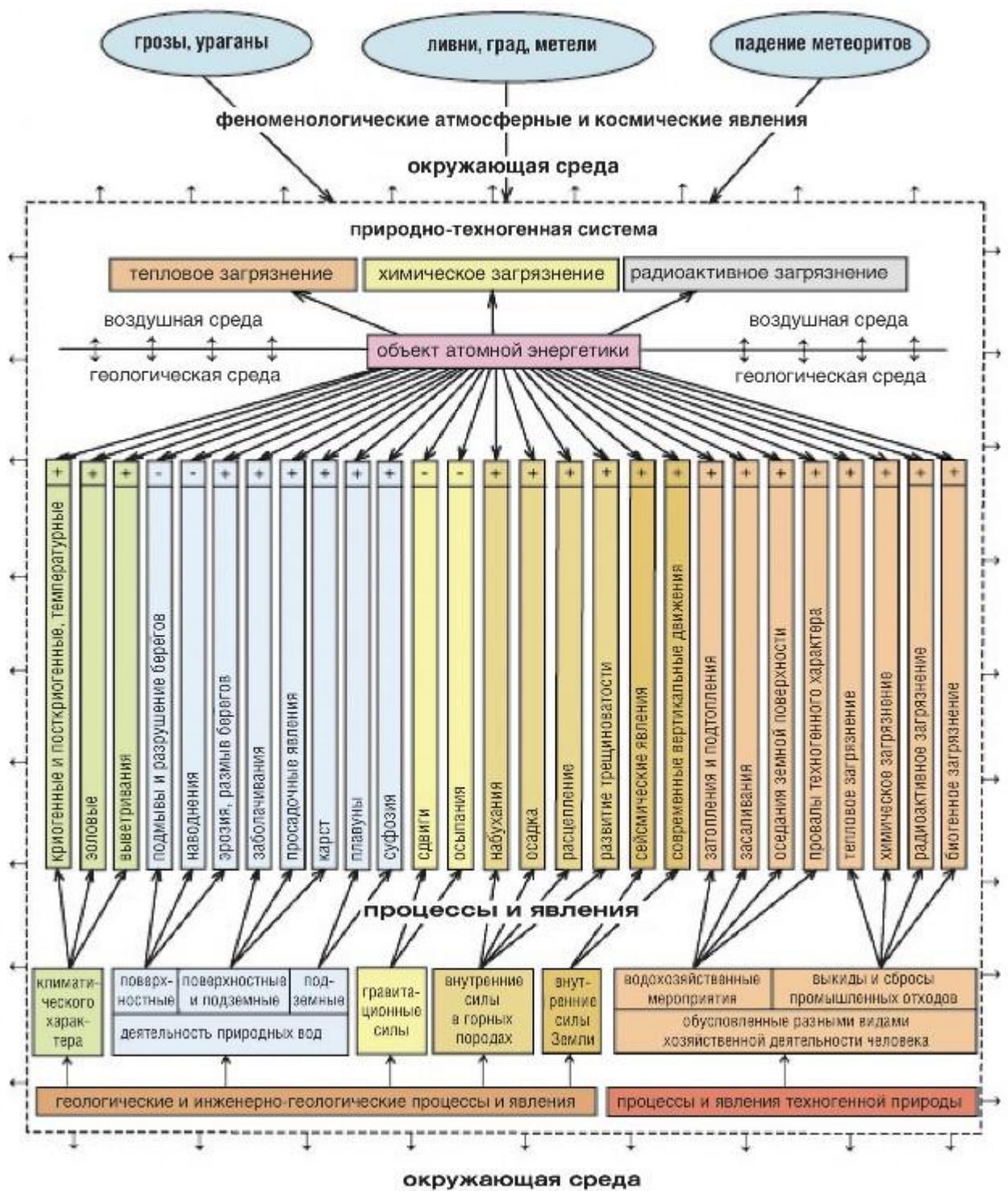


Рисунок 2 – Принципиальная схема воздействий в системе «АЭС – окружающая среда»

## 2 Мероприятия по защите персонала АЭС

### 2.1 Принципы и способы защиты персонала АЭС

Очевидно, что если соблюдать технологический режим работы АЭС, вести строгий производственный контроль – можно избежать не только воздействие вредных производственных факторов, которые могут вызывать у персонала профессиональные заболевания, но и опасные производственные факторы, то есть аварии на АЭС.

На рисунке 3 представлены принципы безопасности АЭС.



**Рисунок 3 – Принципы безопасности АЭС**

Известно, что основной защитой [3] от радиации являются защитные материалы из тяжелых металлов (вольфрама, свинца, стали и др.) от гамма-излучения и вода, полиэтилен, другие полимеры, бетон от нейтронного воздействия.

Защитные материалы располагают между опасной зоной реактора, контуров и технологического оборудования, то есть источником излучения радиации и зоной работы персонала АЭС.

На рисунке 4 представлены виды защиты (сплошная, отдельная, теневая, частичная) от радиации источника излучения.



**Рисунок 4 – Защита от радиации**

К принципам защиты от радиации относятся следующие общеизвестные виды:

- защита временем – ограничение работы возле источника ионизирующих излучений с помощью технологического режима труда и отдыха и регламентированных перерывов персонала АЭС;

- защита расстоянием – ослабление ионизирующего излучения с помощью увеличения расстояния от источника радиации до персонала АЭС;

- защита экранированием – уменьшение ионизирующего излучения при помощи использования экранов из защитных материалов в конструктивно-технологическом плане.

В международных нормах МАГАТЭ указываются три генеральных принципа радиационной защиты [4]:

1) **Оправданный риск**

это означает, что никакой риск не должен быть разрешен, если такой риск не приносит достаточной пользы лицам, подвергающимся опасному воздействию, или обществу, чтобы компенсировать вред (включая радиационный ущерб), который он может причинить; то есть, если риск не оправдан обществом, экономические и другие соответствующие факторы не будут приняты во внимание.

2) **Оптимизация защиты**

это означает, что должна быть оптимизирована безопасность и защита персонала. Оптимизация предполагает уменьшение индивидуальных доз облучения, а также количества людей, которые могут подвергнуться радиационному воздействию.

Этот принцип имеет особое значение для осуществления мер радиационной защиты на рабочем месте.

### 3) Ограничение доз

это означает, что воздействие на людей должно быть ограничено таким образом, чтобы ни общая эффективная доза, ни общая эквивалентная доза для соответствующих тканей или органов, вызванная возможными комбинациями воздействий, не превышала какой-либо предел дозы.

Предел эффективной дозы представляет собой уровень, выше которого риск стохастических эффектов, вызванных облучением, считается неприемлемым. Для локализованного воздействия хрусталика глаза, конечностей и кожи этот предел эффективной дозы недостаточен для предотвращения детерминированных эффектов.

Поэтому ограничения для эквивалентной дозы этих тканей и органов устанавливаются для таких ситуаций, где исключить облучение невозможно.

К методам защиты от радиации относятся основные принципы защиты в охране труда – коллективные и индивидуальные. Причем, главным методом в охране труда считается коллективные, а вспомогательным – индивидуальный метод.

К коллективному методу относятся мероприятия и средства, которые снижают или исключают ионизирующее излучение с помощью стационарного и передвижного экранирования, удаления активных веществ с поверхностей – дезактивации, вентиляции, канализации, сбора и удаления радиоактивных веществ, защитных боксов, пылеподавления и других мероприятий и средств.

К индивидуальному методу защиты от радиации относятся использование индивидуальных средств защиты персонала – индивидуальная защитная одежда, обувь, средства индивидуальной защиты органов дыхания, глаз, кожи, лица, а также индивидуальный дозиметрический контроль с помощью определения ежедневной получаемой дозы облучения персонала, которая не должна превышать пороговые значения.

К способам защиты от радиации относятся: принципы защиты при работе с источниками излучения в закрытом виде, герметизация оборудования и трубопроводов, планировка производственных помещений, применение правил личной гигиены и санитарно-гигиенических мероприятий.

Безопасность АЭС [5] обеспечивается за счет последовательной реализации принципа глубоко эшелонированной защиты (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Уровни глубоко эшелонированной защиты**

В системе таких мер важную роль играет подготовка и, при необходимости, четкое осуществление планов аварийных мероприятий на площадке АЭС и за ее пределами. На каждой АЭС до завоза ядерного топлива должны разрабатываться и согласовываться планы по предупреждению и ликвидации аварий, которые должны согласовываться с аварийно-спасательной службой, обслуживающий данный радиационно-опасный объект.

## 2.2 Обеспечение производственной безопасности АЭС

Руководство АЭС должно создавать программу радиационной безопасности [4]. Общая цель программы радиационной защиты состоит в том, чтобы закрепить ответственность руководства за безопасность путем принятия структур управления, политики, процедур и организационных механизмов, которые соразмерны характеру и степени рисков. Программа радиационной защиты должна охватывать все основные элементы, способствующие защите и безопасности. Программа радиационной защиты может относиться ко всем этапам практики или к сроку службы установки (т. е. от проектирования до ввода в эксплуатацию).

Радиационная защита является лишь одним из элементов обеспечения общего здоровья и безопасности работников. Программа радиационной защиты должна создаваться и управляться в тесном сотрудничестве с теми службами, кто отвечает за другие области здоровья и безопасности работников, такие службы как Служба по производственной санитарии, Служба промышленной и пожарной безопасности.

Работодатели, владельцы АЭС должны сводить к минимуму необходимость полагаться на административный контроль и средства индивидуальной защиты. Для обеспечения защиты и безопасности необходимо обеспечить хорошо спроектированные средства контроля и удовлетворительные условия труда в соответствии со следующей иерархией профилактических мер:

- инженерное управление;
- административный контроль;
- средства индивидуальной защиты.

В большинстве случаев дозы, получаемые работниками, значительно ниже соответствующих пределов доз, и только небольшая часть рабочей силы потенциально будет зависеть от требований по ограничению дозы. Требования к оптимизации должны стать основным стимулом для разработки и реализации программ радиационной защиты, включая, во многих случаях, меры по предотвращению или уменьшению потенциального облучения и меры по смягчению последствий аварий.

Предварительная радиационная оценка должна определить следующие аспекты операций:

- источники обычного облучения и возможного предсказуемого потенциального облучения, такие как поверхностное загрязнение, загрязнение воздуха и источники внешнего излучения;
  - характер и масштабы воздействий при обычных операциях;
  - характер, вероятность и масштабы потенциального воздействия.
- Должны рассматриваться аварийные ситуации, из-за которых конструкции, системы и компоненты, а также процедуры, связанные с радиационной защитой или безопасностью, могут выходить из строя, по отдельности или в

комбинации, или иным образом приводить к потенциальному облучению и последствиям таких отказов;

- меры по защите и безопасности, которые необходимы для осуществления процесса оптимизации;

- соответствующие системы мониторинга;

- оценка потенциального облучения населения в результате радиоактивных выбросов с объекта.

Оценка облучения может быть сделана одним или несколькими из следующих методов:

- использование мониторинга рабочего места. Этот метод может дать хорошую оценку доз облучения, которые могут получить работники, при условии, что радиационные условия на рабочем месте достаточно предсказуемы в течение длительного периода (по крайней мере, в течение нескольких месяцев). Мониторинг рабочего места следует повторять через соответствующие промежутки времени и, конечно же, когда условия труда значительно меняются;

- использование данных из научной литературы и информации из сопоставимых объектов. Некоторые значения дозы облучения приведены в литературе для различных ситуаций на рабочем месте. Они, в принципе, могут использоваться для оценки необходимости мониторинга;

- использование моделирования. Численное моделирование может быть мощным и может мгновенно предоставлять информацию о параметрах, которые влияют на дозы, которые будут получены в данных ситуациях воздействия. Результаты моделирования должны быть проверены путем измерения;

- использование подтверждающих измерений. Выполнение подтверждающего измерения с помощью персональных дозиметров могут помочь определить, нужен ли индивидуальный мониторинг.

Согласно Правилам промышленной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения [6], на опасных производственных предприятиях обеспечивается производственный контроль за радиационной обстановкой. Должностные лица и персонал должны проходить медицинские осмотры, обучение, контроль индивидуальных доз, получать допуск к работе в соответствии с требованиями промышленной безопасности.

При авариях и инцидентах необходимо своевременно информировать госнадзор в области промышленной безопасности, персонал АЭС и население, попадающее в расчетную зону радиационного риска; проводить анализ причин их возникновения и разрабатывать мероприятия по предупреждению и ликвидации, а также вести их учет.

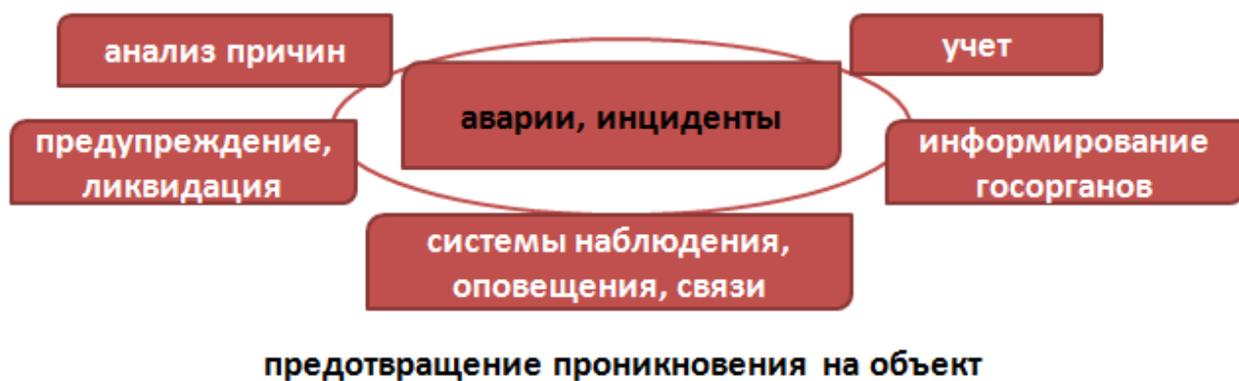
Все разработанные мероприятия по производственной безопасности на радиационно-опасном объекте – атомной электростанции были разделены на 3 блока, которые представлены на рисунках 6-8.



Рисунок 6 – Обеспечение производственного контроля



Рисунок 7 – Обеспечение высоквалифицированного штата



**Рисунок 8 – Обеспечение безопасности персонала АЭС**

### 3 Методика оценки радиационной обстановки

Если не соблюдать строгий технологический режим обслуживания АЭС, а также государственный и производственный контроль, может возникнуть радиационная авария, одним из принципов при которой, является – оценка радиационной обстановки.

Вопросы обеспечения безопасности при возникновении радиационных аварий остаются актуальными. Достаточно вспомнить Чернобыльскую аварию, или аварию вследствие цунами на Фукусиме.

Рабочий персонал, задействованный в ликвидации чрезвычайной ситуации, возникшей в результате радиационной аварии, подвергаются традиционным рискам по охране труда, включая взрыв и пожар, а также радиацию [7].

Воздействие ионизирующей радиации может вызвать гибель клеток в масштабах, которые могут быть достаточно обширными, чтобы нарушить функцию подвергающейся воздействию ткани или органов пострадавших. При радиационных дозах всего тела, приближающихся к 1 грей (Гр) и выше, могут развиваться острые последствия для здоровья, такие как острый лучевой синдром. Последствия тем тяжелее, чем выше полученное облучение, т.е. при более высокой дозе.

Воздействие умеренных уровней радиации может привести к лучевой болезни, которая вызывает ряд симптомов. Тошнота и рвота часто начинаются в течение нескольких часов после облучения, за которыми следуют диарея, головные боли и жар.

После первых симптомов может наступить короткий период без явного заболевания, но в течение нескольких недель могут последовать новые, более серьезные симптомы.

При более высоких уровнях радиации все эти симптомы могут быть сразу очевидны, наряду с широко распространенным - и потенциально смертельным - повреждением внутренних органов. Воздействие дозы облучения в 4 Гр обычно убивает около половины всех здоровых взрослых.

Воздействие радиации также может вызывать нелетальное превращение клеток, которое может сохранять способность к делению клеток. Иммунная система человеческого организма очень эффективна в обнаружении и уничтожении аномальных клеток. Однако существует вероятность того, что нелетальная трансформация клетки может привести, после латентного периода, к раку у человека, подвергшегося воздействию, если это соматическая клетка; или может привести к наследственным последствиям, если это зародышевая клетка. Предполагается, что такие эффекты пропорциональны получаемой дозе и не имеют пороговых значений. «Скорректированный на вред номинальный коэффициент риска дозы», который включает в себя риски всех видов рака и наследственных эффектов, составляет 5% Зиверт (Зв).

Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений обеспечивают всемирную основу для согласованных стандартов радиационной защиты, которые дополняют Конвенцию Международной организации труда № 115. Что касается защиты работников, занятых в ядерной и радиационной аварийной ситуации, нормы предусматривают:

Ни один работник, предпринимающий вмешательство, не должен подвергаться воздействию, превышающему максимальный предел дозы за один год для профессионального облучения, за исключением:

- с целью спасения жизни или предотвращения серьезных травм;
- если предпринимаются действия, направленные на предотвращение большой коллективной дозы;
- если предпринимаются действия для предотвращения развития катастрофических условий.

При проведении вмешательства в этих обстоятельствах должны быть предприняты все разумные усилия, чтобы дозировки для работников были ниже двойной максимальной дозы за один год, за исключением мер по спасению жизни, в которых должны быть предприняты все усилия для того, чтобы дозы были ниже десятикратной максимальной дозы за один год - это предел дозы во избежание детерминированного воздействия на здоровье. Кроме того, работники, предпринимающие действия, в которых их дозы могут приближаться или превышать в десять раз максимальный предел дозы за один год, должны делать это только тогда, когда риск для спасения других явно перевешивает их собственный риск.

Работники, у которых доза может превышать максимальный предел дозы за один год, должны быть добровольцами и должны быть четко и всесторонне проинформированы заранее о сопутствующем риске для здоровья и, насколько это возможно, должны быть обучены действиям, которые могут быть требуются.

Юридическое лицо, ответственное за обеспечение соблюдения вышеуказанных требований, должно быть указано в планах ликвидации аварий.

После того, как аварийная фаза вмешательства закончилась, работники, проводящие восстановительные работы, такие как ремонт заводов и зданий, удаление отходов или дезактивация участка и прилегающей территории, должны быть защищены согласно международным стандартам для профессионального облучения.

Должны быть предприняты все разумные меры для обеспечения надлежащей защиты во время экстренного вмешательства, а также для оценки и регистрации доз, полученных работниками, вовлеченными в экстренное вмешательство. Когда вмешательство закончено, полученные дозы и связанный с этим риск для здоровья должны быть сообщены вовлеченным работникам.

Работники, как правило, не должны быть лишены возможности подвергаться дальнейшему профессиональному облучению из-за доз,

полученных в чрезвычайной ситуации. Тем не менее, квалифицированный медицинский совет должен быть получен до любого такого дальнейшего воздействия, если работник, подвергшийся экстремному воздействию, получает дозу, превышающую в десять раз максимальный предел дозы за один год, или по запросу работника.

Максимальные дозы для персонала, задействованного в ликвидации чрезвычайной ситуации, возникшей в результате радиационной аварии:

Эффективная доза 200 мЗв;

Эквивалентная доза для хрусталика глаза - 600 мЗв;

Эквивалентная доза для кожи - 2000 мЗв;

Эквивалентная доза для конечности - 2000 мЗв.

В число работников, участвующих в ликвидации радиационной аварии, могут входить, помимо персонала АЭС и аварийно-спасательной службы, такой вспомогательный персонал, как полиция, пожарные, медицинский персонал, водители и экипажи эвакуационных транспортных средств.

Прогнозирование радиационной обстановки необходимо для оценки риска для персонала АЭС, населения и аварийно-спасательных служб при ремонтно-восстановительных работах.

Прогнозирование радиационной обстановки после аварии включает в себя определение коэффициента ослабления доз на открытой местности с помощью специально-выведенных формул и таблиц. Однако, некоторые расчеты включают в себя еще графические расчеты.

Чтобы определить уровень радиации после аварии необходимо произвести необходимые замеры дозиметром и привести расчеты по уровню радиации на 1 час после аварии, который считается «эталонным уровнем». «Эталонный уровень радиации» необходим для прогнозирования дальнейшего спада радиации после аварии и дает возможность максимально подготовиться аварийно-спасательным службам для ликвидации последствий аварии.

Рассмотрим определение «эталонного уровня радиации» на примере расчета.

Допустим, что после 2 часов после радиационной аварии был замерен радиационный фон вблизи атомной электростанции, который равен 78 рентгенам в час.

Для расчета необходимо воспользоваться таблицей [8] для определения коэффициента для перерасчета уровня радиации в зависимости от первого замера. Этот коэффициент при времени замера равному два часа, будет равен 0,76. Для определения уровня радиации на один час после аварии необходимо умножить этот коэффициент и замеренный уровень радиации:

$$P_3 = 0,76 \times 78 = 59,28 \text{ Р/ч.} \quad (1)$$

Итак, мы определили эталонный уровень радиации, который равен 59,28 Р/ч.

Также немаловажным в оценке радиационной обстановки является расчет по определению дозы излучения, которую могут получить персонал и работники аварийно-спасательной службы при ликвидации последствий аварии.

Для этого расчета необходимо замерить уровень радиации до начала и по окончании работ аварийно-спасательной службы и время конца и начала работы.

Допустим, что ремонтно-восстановительные работы длились 5 часов с 17.00 до 22.00, уровни радиации до начала и окончания работ, соответственно – 95 и 68 Р/ч.

Доза облучения для работников аварийно-спасательных служб будет вычисляться по формуле [7]:

$$D = k t_0 (P_2 - P_1) \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от вида радиационной аварии, для аварии на АЭС он равен 5;

$t_0$  – время облучения, ч;

$P_2, P_1$  - уровни радиации до начала и окончания работ, Р/ч.

Подставив в формулу исходные данные, получим:

$$D = 5 \cdot 5 \cdot 27 = 675 \text{ Р} \quad (3)$$

Значит, работники аварийно-спасательных служб при ликвидации радиационной аварии на АЭС получают дозу облучения в 675 Р, что является причиной возникновения острой лучевой болезни для человека. Значит, работа в таких условиях должна быть сокращена и необходимо делать перерывы в работе и использовать дополнительные смены работников.

#### **4 Контроль радиационно-опасных объектов**

Для исполнения требований радиационной безопасности введен всесторонний контроль, который включает в себя государственный, производственный или внутренний, а также общественный виды контроля в области промышленной безопасности.

Основная цель регулирующих (контролирующих) проверок состоит в том, чтобы самостоятельно обеспечить высокий уровень гарантии того, что деятельность опасного производственного объекта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и нормативными актами.

Государственный контроль проводится госинспекторами с использованием дифференцированного подхода, соответствующего уровню добавленного риска. Когда госинспекция обнаруживает, что объект или деятельность не соответствуют правилам или условиям разрешения, инспектор или регулирующий орган должны рассмотреть меры по обеспечению соблюдения выписанных предписаний.

Однако, на этапе подготовки строительства АЭС в Казахстане отсутствуют национальные нормативные стандарты для госинспекторов. Поэтому необходимо рассматривать международные нормы безопасности МАГАТЭ.

Для эффективного и действенного осуществления программы инспекций регулирующему органу необходимо хорошо обученные и квалифицированные инспекторы. Однако, поскольку атомная промышленность продолжает развиваться, инспекторы уходят из отрасли и их заменяют новые инспекторы. Кроме того, все больше государств-членов рассматривают возможность включения или расширения использования ядерной энергии в своих национальных энергетических стратегиях.

Таким образом, дополнительные инспекторы по всему миру потребуют обучения и квалификации. Опыт показывает, что подготовка и квалификация новых инспекторов занимает примерно полтора-два года.

Для полного понимания государственного контроля в области радиационной безопасности рассмотрим методы контроля [8], используемые госинспекторами.

Мониторинг и прямое наблюдение предполагает непосредственное наблюдение за деятельностью на АЭС. Мониторинг и прямое наблюдение - это основанные на характеристиках проверки, которые позволяют инспектору определить, выполняет ли процедуры и отвечает ли нормативным требованиям при выполнении своей деятельности радиационно-опасный объект.

Наблюдения могут носить общий характер или могут быть сосредоточены на конкретных видах деятельности, чтобы получить общее впечатление о возможностях и производительности радиационно-опасного объекта.

Прямые наблюдения лучше всего подходят для проведения большинства проверок, и включают:

- контроль в производственных помещениях и рабочих зонах;
- соблюдение технологического режима на АЭС;
- инспекция безопасности оборудования;
- техническое обслуживание и наблюдение;
- брифинги перед началом работы;
- радиационная защита, включая границы контролируемых зон;
- противопожарная защита.

Формальное и неформальное общение с персоналом АЭС во время работы (обсуждение или опрос) используются для изучения и понимания потенциальных проблем безопасности, которые могут не быть выявлены во время наблюдения мониторинга и прямых наблюдений. Обсуждения с персоналом особенно важны в последующих расследованиях для реконструкции событий и оценки реакции персонала АЭС.

Культура безопасности персонала АЭС может быть оценена именно этим методом. Руководящие документы, политика и процедуры АЭС не должны мешать или препятствовать доступу инспектора к персоналу АЭС любым способом. Регулирующие инспекторы могут запрашивать опрос на конкретную тему или с конкретным человеком. Однако инспектор не должен злоупотреблять этими полномочиями и потребностями и быть деликатным к текущей деятельности на объекте. Кроме того, опрос или обсуждение должно вестись с уважением.

Экспертиза документации может проводиться в рамках подготовки к проверке или во время последующей проверки.

Документы могут быть проверены для усиления прямого наблюдения путем оценки результатов прошлых действий.

В некоторых случаях проведение проверок путем мониторинга и непосредственного наблюдения может быть невозможно или неуместно. Перечень документов, которые необходимо проверить, включают:

- журналы инструктажей по радиационной безопасности;
- ведение и учет записей об инцидентах и авариях;
- журналы по проведению технического обслуживания;
- отчеты о корректирующих действиях и планы соответствующих корректирующих действий;
- материалы обучения персонала АЭС (ежегодное, ежеквартальное, учебные тревоги и противоаварийные тренировки по радиационной защите, аварийное реагирование и т. д.);
- порядок работы и технологические регламенты;
- стандарты, нормы и применимые процедуры;
- руководства для поставщиков;
- технические характеристики, условия и Отчет по анализу безопасности;

- предыдущие отчеты о проверках;
- разрешение на радиационную работу;
- отзывы об опыте эксплуатации.

Независимые тесты и измерения могут использоваться инспекторами для оценки соответствия радиационно-опасного объекта требуемым нормам.

Однако, ни при каких обстоятельствах инспектор не может эксплуатировать оборудование АЭС или каким-либо образом повлиять на работу и безопасность установки при проведении испытаний и / или измерений. Типичным примером измерения, выполненного инспектором, может быть независимая проверка уровней радиации и загрязнения в определенных зонах АЭС. Могут быть и дополнительные измерения, особенно во время строительства объекта.

Для достижения результатов качественных проверок, регулирующему органу следует определить программу проверки, которая использует дифференцированный подход для оценки того, предоставляет ли руководство АЭС адекватный контроль над рисками, связанными с безопасностью и деятельностью. Регулирующий контроль включает в себя четыре этапа: планирование, выполнение, оценка и отчетность.

На этапе планирования инспектор разрабатывает график плановых проверок и определяет соответствующую процедуру(ы) инспекции.

На этапе исполнения инспектор использует один или несколько из четырех основных методов получения информации, и определяет наблюдения, связанные с деятельностью. На этапе оценки инспектор определяет, являются ли полученные данные нарушениями нормативных требований.

На этапе отчетности инспектор документирует результаты проверки, включая оценку деятельности АЭС в отношении безопасности и необходимые последующие мероприятия, включая принудительные действия, вплоть до приостановки работы, где были выявлены нарушения.

Национальные нормативные акты госинспекций обычно обеспечиваются проверочными листами для инспекторов по оценке наблюдений и выводы в соответствии с их нормативной базой. В таблице 1 представлен начальный рабочий список наблюдений, чтобы быстро оценить, требует ли наблюдение дополнительной оценки. Эта таблица приводится в качестве примера и не предназначена для замены каких-либо официальных проверочных листов госинспекторов в области радиационной безопасности.

Таблица 1

Рабочий лист наблюдения		
Описание наблюдения:		
Вопрос	Да	Нет
1. Есть ли потенциально опасное несоблюдение правил, лицензионных условий и / или нарушений требований радиационной или промышленной безопасности?	Выявлено. Переходите к вопросу 2.	Не выявлено Тем не менее, может быть уместно уведомить руководство проверяемого объекта. Переходите к вопросу 2.
2. Инспектор думает, что есть непосредственная угроза для здоровья и безопасности персонала АЭС и населения?	Выявлено. Уведомить руководство и госинспекцию. Переходите к вопросу 3.	Не выявлено. Переходите к вопросу 3.
3. Есть ли дополнительное несоблюдение правил, лицензионных условий и / или нарушение радиационной или промышленной безопасности?	Выявлено. Обсудить статус работоспособности АЭС с операторами. Перейти к вопросу 4.	Не выявлено Тем не менее, может быть уместно уведомить руководство проверяемого объекта. Переходите к вопросу 4.
4. Руководство АЭС принимает соответствующие корректирующие действия?	Выявлено. Уведомить руководство и госинспекцию. Переходите к вопросу 5.	Переходите к вопросу 5.
5. Есть ли немедленное исполнение требований, соблюдение правил, необходимое для восстановления работы после выявленных нарушений?	Выявлено. Уведомить руководство и госинспекцию. Принимать решение о приостановлении работы АЭС. Переходите к вопросу 6.	Переходите к вопросу 6.
6. Есть ли другие предписания, предназначенные для исполнения в соответствии с политикой регулирующего органа?	Рекомендовать выполнение предписаний. Переходите к вопросу 7.	Поиск документов, предписаний, протоколов предыдущих проверок. Переходите к вопросу 7.
7. Есть ли другие нарушения для информирования общественности или имеющие политический интерес?	Да. Поставить в известность управление.	Нет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе рассмотрены вопросы производственной безопасности на атомной электростанции. Безусловно, эта тема является актуальной на сегодняшний день в Республике Казахстан. Именно в 2019 году возобновились переговоры Казахстана с Россией о строительстве АЭС на территории нашей страны. Определено место – Алматинская область, поселок Улкен, который находится вблизи озера Балхаш.

В работе рассмотрены плюсы и минусы строительства АЭС. К ним относятся не только местоположение и возможность возникновения радиационной аварии, но и соблюдение производственной безопасности. Производственная безопасность персонала АЭС – является ключевым моментом для реализации атомной энергетики.

Общие положения по радиационной безопасности включают нормативно-правовое регулирование в области радиационной обстановки, а также анализ опасных и вредных факторов, оказывающих воздействие на персонал АЭС.

Мероприятия по защите персонала АЭС основываются не только на национальных стандартах безопасности, но и на международном опыте, а также стандартах радиационной безопасности МАГАТЭ (Международному агентству по атомной энергетике). Обеспечение производственной безопасности АЭС базируется на принципах и способах защиты персонала АЭС отечественного и международного опыта.

Методика оценки радиационной обстановки основана на докладе Международной организации труда после радиационной аварии на Фукусиме и отечественной практике. Международные стандарты безопасности также способствуют и обеспечивают уверенность в безопасности.

Контроль радиационно-опасных объектов должен осуществляться в соответствии с мировыми стандартами. Поэтому инспектирование государственными органами также должно базироваться на международных нормах. В работе предлагается использовать государственными инспекторами современные международные практики по радиационной безопасности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Основы радиационной безопасности атомных электростанций: Учебное пособие для энергомашиностроительных специальностей вузов / Ю. А.Егоров; Общ. ред. Н.А. Доллежалъ. – М.: Энергоиздат, 1982 . – 272 с.
- 2 Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире. Электронный ресурс. <http://energetika.in.ua/ru/about-books>.
- 3 Носовский А.В. Вопросы дозиметрии и радиационная безопасность на атомных электрических станциях. "Укратомиздат", Славутич, 1998. – 402 с.
- 4 Occupational radiation protection. General safety guide/ IAEA safety standards series. No. GSG-7.
- 5 Радиационная безопасность. Электронный ресурс. <http://www.aes.pp.ua/RSafety/Index.html>
- 6 Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 26 декабря 2014 года № 301 «Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения»
- 7 Radiation safety and protection of workers in nuclear and radiological emergency operations. Электронный ресурс. [https://www.ilo.org/safework/whatsnew/WCMS\\_154370/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/safework/whatsnew/WCMS_154370/lang--en/index.htm)
- 8 Лумисте, Е.Г. Безопасность жизнедеятельности в примерах и задачах / Е.Г. Лумисте - Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2010 г. - 535 с.
- 9 Handbook for regulatory inspectors of nuclear power plants / International Atomic Energy Agency. - Vienna : International Atomic Energy Agency, 2019. – 117 p.
- 10 Атомные электрические станции / Т. Маргулова. - 2-е изд. - М. : Мир, 1983. - 479 с.
- 11 А.Н. Бирбраер, А.Ю. Роледер. Безопасность атомных электрических станций при экстремальных внешних воздействиях/ Биосфера. 2010.-N 2.- С.197-213.
- 12 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 20 февраля 2017 года № 58 «Об утверждении Технического регламента «Ядерная и радиационная безопасность».
- 13 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 20 февраля 2017 года № 60 «Об утверждении Технического регламента «Ядерная и радиационная безопасность атомных станций».
- 14 Справочная серия «Правила и нормы в атомной энергетике». Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. ПНАЭ Г-7-002-86. – М.: Энергоатомиздат, 1989 г. –525 с.
- 15 Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения МАГАТЭ, Вена, 1997.

16 СТ КазННТУ – 09 – 2017. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. – Алматы, 2017.

Краткий отчет



# ҚАЗ ҰТУ

Университет:	Satbayev University
Название:	Разработка мероприятий по производственной безопасности АЭС
Автор:	Варисов Фархат Туралимович
Координатор:	Дария Акубаева
Дата отчета:	2019-05-13 08:56:21
Коэффициент подобия № 1: ?	<b>6,6%</b>
Коэффициент подобия № 2: ?	<b>0,0%</b>
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	<b>25</b>
Количество слов:	5 346
Число знаков:	43 279
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	53



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

Количество выделенных слов 31