

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Физико-технический  
Направление подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии  
Кафедра Физико-энергетические установки

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Обеспечение безопасности при обращении с ядерными материалами на атомной станции (ВВЭР)</b>

УДК 621.039.59-78

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А2Г	Худойкин К.Э.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ФЭУ ФТИ	Годовых А.В.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН ИСГТ	Сечина А.А.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПФ ФТИ	Гоголева Т.С.	к.ф.-м.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФЭУ ФТИ	Долматов О.Ю.	к.ф.-м.н., доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Общекультурные компетенции</b>	
P1	Демонстрировать культуру мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; способность работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.
P2	Способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.
P3	Готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе; к организации работы малых коллективов исполнителей, планированию работы персонала и фондов оплаты труда; генерировать организационно-управленческих решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность; к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений; осуществлению и анализу исследовательской и технологической деятельности как объекта управления.
P4	Умение использовать нормативные правовые документы в своей деятельности; использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, анализировать социально-значимые проблемы и процессы; осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.
P5	Владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.
P6	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
P8	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; И быть готовым к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда; к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам; за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования; и к организации защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия; и понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны).
P9	Уметь производить расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформление законченных проектно-конструкторских работ; проводить предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов установок и приборов.
P10	Готовность к эксплуатации современного физического оборудования и приборов, к освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новых материалов, приборов, установок и систем; к наладке, настройке, регулировке и опытной проверке оборудования и программных средств; к монтажу, наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов приборов, установок, узлов, систем и деталей.
P11	Способность к организации метрологического обеспечения

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>
	технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции; и к оценке инновационного потенциала новой продукции.
P12	Способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу информационных исходных данных для проектирования приборов и установок; технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; к составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок; и проведения математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
P13	Уметь готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области; и выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;
P14	Готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов; анализу затрат и результатов деятельности производственных подразделений; к разработки способов применения ядерно-энергетических, плазменных, лазерных, СВЧ и мощных импульсных установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем.
P15	Способность к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний; к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам; и к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Физико-технический  
Направление подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии  
Кафедра Физико-энергетические установки

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ФЭУ

О. Ю. Долматов

---

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
0А2Г	Худойкин К.Э.

Тема работы:

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- атомная станция;</li><li>- план объекта;</li><li>- требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта и технологического процесса;</li><li>- угроза: диверсия</li><li>- оборудования лаборатории неразрушающего контроля;</li></ul>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- анализ нормативно-правовых документов по вопросам организации и функционирования систем физической защиты, учета и контроля ядерных материалов на ядерном объекте;</li><li>- формирование и выделение требований к оснащению элементами комплекса инженерно-технических средств физической защиты на основе определения модели нарушителя и сценариев совершения несанкционированных действий;</li><li>- мероприятия в рамках систем учета и контроля ЯМ (выделение объекта зон исходя из</li></ul>

	требований организации охраняемых зон а СФЗ и ЗБМ для СУиК ЯМ) – анализ спектральных характеристик неизвестного образца. – определение категории ЯМ.
<b>Перечень графического материала</b>	схема ядерного объекта – обязательный чертеж.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Сечина А.А.
Социальная ответственность	Гоголева Т.С.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
нет	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику:</b>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ФЭУ ФТИ	Годовых А.В.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А2Г	Худойкин К.Э.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0А2Г	Худойкин К.Э.

<b>Институт</b>	<b>ФТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФЭУ</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии/ Безопасность и нераспространение ядерных материалов

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Стоимость расходных материалов 2. Стоимость расхода электроэнергии 3. Норматив заработной платы 1. Тариф на электроэнергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. Коэффициенты для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Потенциальные потребители результатов исследования; 2. Анализ конкурентных технических решений; 3. SWOT – анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Расчет затрат на оборудование. Расчет заработной платы исполнителей.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1. Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки; 3. Определение интегрального показателя эффективности

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. План-график мероприятий проекта
2. Заработная плата рабочих
3. Оценка стоимости инженерно-технических средств и пуско-наладки оборудования
4. Оценка конкурентоспособности фирм подрядчиков

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Сечина Ася Александровна	к.х.н		16.05.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
0А2Г	Худойкин К.Э.		16.05.2016

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0А2Г	Паульс А.В.

Институт	ФТ	Кафедра	ФЭУ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии/ Безопасность и нераспространение ядерных материалов

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны) на предмет возникновения:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующее излучение);</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).</li> </ul>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– электробезопасность;</li> <li>– пожаровзрывобезопасность;</li> <li>– требования охраны труда при работе на ПЭВМ.</li> </ul>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (коллективные и индивидуальные).</li> </ul>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

#### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПФ ФТИ	Гоголева Т.С.	к.ф.-м.н		

#### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А2Г	Паульс А.В.		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Физико-технический

Направление подготовки (специальность) 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Уровень образования высшее

Кафедра Физико-энергетические установки

Период выполнения ( весенний семестр 2015/2016 учебного года )

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

<b>Дата контроля</b>	<b>Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)</b>	<b>Максимальный балл раздела (модуля)</b>
18.05.2016	<i>Выдача задания</i>	
21.05.2016	<i>Проведение анализу уязвимости ядерного объекта</i>	
26.05.2016	<i>Компоновка рубежей охраны</i>	
09.06.2016	<i>Проведение измерений и анализ полученных результатов</i>	
10.06.2016	<i>Сдача работы</i>	

Составил преподаватель:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель каф. ФЭУ ФТИ	Годовых А.В.			

**СОГЛАСОВАНО:**

<b>Зав. кафедрой</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ФЭУ	О.Ю. Долматов	к.ф.-м.н., доцент		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа содержит 67 страницы, 7 рисунков, 16 таблиц, 1 приложение.

Ключевые слова: ядерный объект, ядерный материал, система физической защиты, комплекс инженерно-технических средств физической защиты, внутренняя зона ядерного объекта, защищенная зона ядерного объекта, анализ уязвимости.

Объектом исследования являются вопросы организации и функционирования СФЗ, учета и контроля ядерных материалов.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование оснащения элементами комплекса инженерно-технических средств физической защиты внутренней зоны и защищенной зоны при совершенствовании СФЗ ядерного объекта.

В процессе работы проводился анализ нормативно-правовых документов по вопросам организации и функционирования системы физической защиты и системы учета и контроля ядерных материалов на ядерном объекте, формулирование требований к оснащению элементами комплекса инженерно-технических средств физической защиты важной и защищенной зон. Был проведен анализ спектральных характеристик неизвестного источника ионизирующего излучения.

В результате представлен проект по оснащению комплексом инженерно-технических средств физической защиты важной зоны и защищенной зоны ядерного объекта. Был определен изотопный состав неизвестного источника ионизирующего излучения, а также его активность.

## Список сокращений

ВЗ – внутренняя зона;

ЗБМ – зона баланса материала;

ЗЗ – защищенная зона;

ИСФЗ – инженерные средства физической защиты;

ИТСФЗ – инженерно-технические средства физической защиты;

КПП – контрольно-пропускной пункт;

ЛКПП – людской контрольно-пропускной пункт;

КТИ – ключевая точка измерений;

НСД – несанкционированные действия;

ОВ – сведения «особой важности»;

ОВЗ – особо-важная зона;

ОТВС – отработавшая тепловыделяющая сборка;

ОЯТ – отработанное ядерное топливо;

ПНСД – последствия несанкционированных действий;

ПФЗ – предмет физической защиты;

ПХЯМ – пункт хранения ядерных материалов;

РХЗ – радиохимический завод;

СКД – средства контроля доступа;

СКУД – система контроля и управления доступом;

СО – средства обнаружения;

СОСО – система оперативной связи и оповещения;

СОС – система охранной сигнализации;

СОЭН – система оптико-электронного наблюдения;

СТК – система телекоммуникаций;

СУиК – система учета и контроля;

СФЗ – система физической защиты;

ТВС – тревожно-вызывная сигнализация;

ТСФЗ – технические средства физической защиты;

ТУК – транспортный упаковочный контейнер;

УЕ – учетная единица;

УиК – учет и контроль;

ФБ – физические барьеры;

ФЗ – физическая защита;

ЯМ – ядерный материал;

ЯО – ядерный объект;

ЯТЦ – ядерный топливный цикл;

ЯУ – ядерная установка.

## Оглавление

Введение.....	15
1 Организация и функционирование систем физической защиты, учета и контроля на ядерном объекте.....	17
1.1 Система физической защиты ядерного объекта .....	17
1.1.1 Категорирование в системе физической защиты.....	19
1.1.2 Организация контрольно-пропускного режима на предприятии .....	20
1.2 Учет и контроль ядерных материалов .....	22
1.3 Методы анализа ядерных материалов.....	26
2 Описание методов проведения исследования	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.1 Общие данные ядерного объекта .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.2 Вопросы организации СУиК ЯМ на ЯО.	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.2.1 Категорирование ЯМ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.2.2 Организация зон баланса материалов.	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3 Особенности организации СФЗ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.4 Модель и сценарий действий нарушителя	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.5 Оснащение внутренней зоны и защищенной зоны комплексом инженерно-технических средств физической защиты ....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.5.1 Оснащение защищенной зоны. ....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.5.2 Оснащение людского контрольно-пропускного пункта	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.7 Анализ спектральных характеристик неизвестного образца	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	28
3.1 Затраты на оборудование и монтаж .....	29
3.2 Анализ конкурентных технических решений .....	31
4 Социальная ответственность .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.2 Разработка мероприятий по снижению уровней вредного воздействия и устранению их влияния при работе с используемым оборудованием	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.2.1 Требования к организации работ на ЭВМ	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.2.2 Технические мероприятия.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

4.2.3 Безопасные условия труда.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.3 Электробезопасность .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.4 Пожарная и взрывная безопасность .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Заключение .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Список публикаций студента.....	35
Список использованных источников .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение А .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## **Введение**

В настоящее время атомная энергетика является одной из наиболее перспективной и быстро развивающейся отраслью энергетики. В современных условиях широчайшего разнообразия угроз террористического характера и различных несанкционированных действий в отношении ядерных материалов и ядерных установок вопросы безопасности и нераспространения ядерных материалов имеют важное значение.

Одним из средств обеспечения безопасного использования ядерных материалов на объектах ядерного топливного цикла является осуществление государственной системы учета и контроля ядерных материалов. Система государственного учета и контроля ядерных материалов является элементом системы государственного регулирования атомной энергетики и предназначена для выполнения таких важных задач, как ведение учетных и отчетных документов, предупреждение и предотвращение несанкционированных действий в отношении ядерного материала.

Еще одним инструментом обеспечения безопасности в отношении ядерных материалов и ядерных установок является система физической защиты. Для обеспечения безопасного использования атомной энергии на объектах ядерного топливного цикла, в России создана и действует Государственная система физической защиты.

Система физической защиты представляет собой совокупность организационных и технических мероприятий, проводимых администрацией ядерного объекта, его службой безопасности, подразделениями охраны с использованием инженерно-технических средств физической защиты для предотвращения несанкционированных действия на ядерном объекте.

Целью выпускной квалификационной работы является формирование условий для безопасного обращения с ядерными материалами на атомной станции.

В рамках достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ уязвимости гипотетического объекта;
- сформировать и выделить требования к оснащению элементами комплекса инженерно-технических средств физической защиты и мероприятий в рамках учета и контроля;
- оснастить ВЗ и ЗЗ инженерно-техническими средствами физической защиты в соответствии с требованиями нормативных документов и анализом уязвимости ядерного объекта.
- осуществить анализ спектральных характеристик неизвестного образцового стандартного источника ионизирующего излучения;
- определить ресурсную, финансовую, бюджетную, социальную и экономическую эффективность исследования.

## **1 Организация и функционирование систем физической защиты, учета и контроля на ядерном объекте**

Для безопасного функционирования ядерного объекта на нем должны быть созданы системы физической защиты, учета и контроля ЯМ. Для предотвращения несанкционированного доступа на ядерный объект также должны быть введены организационные мероприятия, обеспечивающие сохранность ядерных материалов. Основным из них является организация контрольно-пропускного режима на предприятии, а также создание условий санкционированного допуска персонала к ЯМ.

### **1.1 Система физической защиты ядерного объекта**

Под понятием физической защиты подразумевается деятельность в области использования атомной энергии, обеспечивающая безопасное использование и предотвращение несанкционированных действий в отношении ЯМ, ЯУ и ПХ [4].

Для осуществления физической защиты на ядерном объекте должна создаваться система физической защиты. Эта система представляет собой единую комплексную систему планирования, координирования, контроля и реализации комплекса технических и организационных мер для осуществления ФЗ.

СФЗ является частью общей системы организационно-технических мер, осуществляемых на ЯО, в целях обеспечения безопасности ЯУ, ПХ и сохранности ЯМ, т.е. всей ядерной деятельности.

Целью ФЗ является предотвращение несанкционированных действий по отношению к ЯМ, ЯУ, ПХ и другим предметам физической защиты на ЯО.

ФЗ на ЯО предназначена для выполнения следующих основных задач:

- предупреждение НСД;
- своевременное обнаружение НСД;

- задержка (замедление) проникновения (продвижения) нарушителя;
- реагирование на НСД и нейтрализация нарушителей для пресечения НСД [1].

Для выполнения задач СФЗ руководство ЯО обеспечивает:

- проведение анализа уязвимости;
- оценку последствий НСД в отношении ПФЗ;
- категорирование ПФЗ, помещений, зданий, сооружений, ЯО в целом;
- выделение охраняемых зон и ЗОД;
- определение мест размещения ПФЗ;
- создание системы охраны ЯО;
- разработку требований к СФЗ;
- оценку эффективности СФЗ;
- разработку документов по организации и обеспечению ФЗ ЯО;
- функционирование СФЗ;
- эксплуатацию ИТСФЗ;

Согласно правилам ФЗ, то руководство ядерного объекта должно обеспечивать создание, совершенствование и функционирование системы физической защиты. Ядерные объекты, охраняемые внутренними войсками Министерства внутренних дел Российской Федерации или вневедомственной охраной при органах внутренних дел Российской Федерации, могут быть обеспечены системой физической защиты осуществляющейся совместно с руководством соответствующих воинских подразделений или частей, а при необходимости – и с привлечением специализированных организаций [1].

Организационные и технические мероприятия в СФЗ включают в себя комплекс мер, проводимых органами, осуществляющими управление в системе ФЗ на всех этапах создания, функционирования и совершенствования СФЗ для достижения цели и решения задач СФЗ мероприятия, проводимые на ЯО, являются составной частью деятельности по обеспечению его ФЗ, в том числе, осуществляемой на федеральном и отраслевом уровнях, правоохранительными

органами и специализированными организациями в соответствии с требованиями нормативных правовых актов по обеспечению физической защиты. Учитывая особенности функционирования конкретного ЯО должны быть разработаны нормативные документы объектового уровня, это относится к одному из организационных мероприятий в СФЗ – категорию ЯО, организационно-штатную структуру СБ и подразделений охраны, оснащенность ИТСФЗ, особенности охраняемых зон и другие особенности ЯО.

### **1.1.1 Категорирование в системе физической защиты**

Для выполнения основных задач СФЗ на каждом ЯО должно быть проведено категорирование:

- ПФЗ;
- помещений, зданий, сооружений, отдельные территории ЯО, в которых размещаются ПФЗ, используется или хранится ЯМ, либо размещается и эксплуатируется ЯУ или пункт хранения;
- ядерного объекта.

Категорирование ПФЗ, месте размещения и хранения ПФЗ и ЯО используется для создания требований к СФЗ и обеспечения ее адекватности выделенным угрозам и моделям нарушителей. В качестве показателей категорирования ПФЗ должны рассматриваться:

- категория ЯМ;
- степень секретности ПФЗ (может быть одной из следующих: «секретно» (С), «совершенно секретно» (СС), «особой важности» (ОВ));
- категория последствий НСД в отношении ПФЗ;
- наличие значимого количества ЯМ прямого использования.

Категория ЯМ определяется видом изотопа, его содержанием, массой ЯМ и степенью облучения.

Категория мест размещения и хранения ПФЗ определяться исходя из максимальной категории находящихся в них отдельных ЯМ, ЯМ, входящих в

состав ЯУ, с учетом последствий НСД в отношении ПФЗ и степени секретности.

В соответствии с установленными категориями ПФЗ выделяют следующие категории ЯО:

- I категория – ЯО, на которых имеются ПФЗ категории А;
- II категория – ЯО, на которых имеются ПФЗ категории Б, не являющиеся ЯО I категории;
- III категория – ЯО, на которых имеются ПФЗ категории В или Г, не являющиеся ЯО I и II категории;
- IV категория – ЯО, на которых имеются ПФЗ категории Д, не являющиеся ЯО I - III категории [2].

### **1.1.2 Организация контрольно-пропускного режима на предприятии**

Для того, чтобы упорядочить допуск персонала, посетителей, командированных лиц, транспортных средств, предметов, материалов и документов через границы охраняемых зон, в/из здания, сооружения, помещения ядерного объекта создается контрольно-пропускной режим (КПР). КПР представляет собой совокупность организационно-правовых ограничений и правил, которые устанавливают порядок пропуска через КПП в отдельные здания (или помещения) людей, транспорта и материальных средств. КПР является одним из ключевых моментов в организации системы безопасности на ЯО.

Процедура осуществления КПР основывается на применении «запретов» и «ограничений» в отношении субъектов, которые пересекают границу ЯО, для обеспечения интересов ЯО. Данная процедура должна соответствовать требованиям действующего законодательства, уставу ЯО, а также другим нормативно-правовым актам, которые регулируют деятельность данного объекта [11].

КПП осуществляется созданием и обеспечением функционирования системы контроля и управления доступом (СКУД) и непрерывной охраной периметров охраняемых зон, зданий, сооружений и помещений. Исходя из этого КПП исключает:

- несанкционированный доступ в охраняемые зоны, здания, сооружения и помещения;
- внос (ввоз) в охраняемые зоны, здания, сооружения и помещения запрещенных предметов;
- несанкционированный вынос (вывоз) из охраняемых зон, зданий, сооружений и помещений предметов, материалов и документов;
- хищение ядерных материалов и изделий на их основе [12].

Пропускной режим предусматривает:

- создание КПП на входах в здания;
- организацию бюро пропусков;
- введение служебных удостоверений, временных, разовых и материальных пропусков, определение порядка их учета, выдачи, замены, возврата и уничтожения;
- введение магнитных карт, дающих их обладателям право прохода на определенные режимные территории зданий;
- определение перечня должностных лиц, имеющих право на принятие решений о выдаче удостоверений и пропусков установленного образца, а также магнитных карт;
- определение перечня предметов, запрещенных к проносу (провозу) в здания Службы;
- создание охраны зданий и режимных помещений, оснащение зданий необходимыми средствами охраны [13].

Решение различных вопросов, которые связаны с организацией пропускного режима, оформляется в виде «Инструкции о пропускном режиме». Данная инструкция определяет систему организационно-правовых охраняемых мер, которые устанавливают разрешительный порядок прохода/проезда на

ядерный объект (с ядерного объекта), и может включать следующие шесть разделов:

- общие положения;
- порядок прохода через КПП предприятия;
- порядок въезда (выезда) транспортных средств и провоза материальных ценностей;
- виды пропусков и порядок их оформления;
- обязанности должностных лиц по поддержанию КПП;
- учет и отчетность, порядок хранения пропусков, печатей.

При создании инструкции о КПП определяют виды и группы пропусков, действующих на ядерном объекте. На ЯО обычно устанавливаются несколько видов пропусков (постоянные, временные, разовые и материальные пропуска). Также создаются отдельные пропуска в каждую охраняемую зону для обеспечения санкционированного доступа только тех сотрудников, которые имеют права доступа в данную зону. Образцы пропусков создаются администрацией объекта (службой безопасности). По своему внешнему виду и содержанию пропуска отличаются друг от друга и обладают некоторыми уровнями защиты. Все пропуска, кроме материальных, оформляются и выдаются бюро пропусков. Материальные пропуска для вывоза (выноса) материальных ценностей выдаются администрацией предприятия. Срок действия пропуска определяется инструкцией о КПП. Материальные пропуска изымаются на КПП и сдаются в бюро пропусков. Все образцы действительных пропусков находятся на КПП [14].

## **1.2 Учет и контроль ядерных материалов**

УиК ЯМ является обязательной составной частью функционирования любого предприятия, которое осуществляет деятельность с ЯМ. Учет ЯМ представляет собой совокупность мер и технических средств, которые позволяют с достаточной надежностью определять наличные количества ЯМ и

потоки ЯМ. Система учета и контроля ЯМ позволяет не только повысить достоверность данных о ЯМ, но и сдерживать потенциальные несанкционированные действия с ЯМ.

«Основные правила учета и контроля ядерных материалов» (ОПУК) (НП-030-12) является центральным нормативным документом, который устанавливает требования и критерии учета и контроля ЯМ. Эти правила обязательны для всех юридических и физических лиц, осуществляющих деятельность с ЯМ.

ОПУК устанавливают перечень и минимальное количество для ЯМ, которые подлежат учету и контролю. В Правилах сформулированы основные принципы УиК, такие как принцип непрерывности знаний о ЯМ, принцип категоризации ЯМ и принцип измеряемого материального баланса ЯМ [5].

Система УиК ЯМ подразумевает административный контроль за наличием и перемещением ЯМ с целью предотвращения их несанкционированного использования и определение количества ЯМ, составление, регистрация и ведение учетных и отчетных документов [5].

Система учета и контроля предназначена для выполнения следующих задач:

- определение имеющегося в наличии количества ядерных материалов в местах их нахождения;
- составление, регистрация и ведение учетных и отчетных документов;
- предотвращение потерь, несанкционированного использования и хищения ядерных материалов;
- предоставление федеральным органам исполнительной власти информации о наличии и перемещении ядерных материалов [3].

Решение задач системы учета и контроля обеспечивается за счет:

- установления персональной ответственности за организацию и ведение учета и контроля ядерных материалов;
- деления ядерных материалов на категории;

- регистрации изменений инвентарного количества ядерных материалов;
- ведения материально-балансовых, учетных и отчетных документов по зоне баланса материалов и ключевым точкам измерений;
- проведения проверок имеющегося в наличии количества ядерных материалов с подведением баланса и определением инвентаризационной разницы;
- анализа данных об учете и контроле ядерных материалов;
- принятия мер по контролю доступа к ядерным материалам и наблюдению за ядерными материалами;
- незамедлительного расследования фактов утраты, хищения или несанкционированного использования ядерных материалов [5].

Учету и контролю в качестве ЯМ подлежат следующие химические элементы: плутоний, уран, торий; нуклиды:  $U^{233}$ ,  $U^{235}$ ,  $Np^{237}$ ,  $Am^{241}$ ,  $Am^{243}$ ,  $Cf^{252}$  и специальные неядерные материалы:

- дейтерий, содержащийся в тяжелой воде, если его относительное изотопное содержание превышает 50 % (атомных долей), за исключением дейтерия, содержащегося в тяжелой воде, находящейся в ядерных реакторах, критических и подкритических стендах, а также на установках по получению и детритизации тяжелой воды;
- тритий во всех соединениях, если отношение числа атомов трития к числу атомов других изотопов водорода (дейтерия и протия) более 1000;
- $Li^6$  в любых соединениях, если содержание  $Li^6$  в литии превышает его природную распространенность [3].

ЯМ, указанные выше, подлежат учету и контролю независимо от вида химических соединений и агрегатного состояния.

Учету и контролю подлежат ЯМ, содержащиеся во всех продуктах, за исключением:

- урана и тория, содержащихся в руде, а также в промежуточных продуктах, перерабатываемых на горно-металлургических предприятиях (учету

на этих предприятиях подлежат уран и торий, содержащиеся в готовом продукте - оксиде или соли урана, тория);

- ЯМ, содержащихся в ЗРИ, если по паспортным данным суммарная масса ЯМ в единичном ЗРИ не превышает минимальное количество;

- обедненного урана, используемого в качестве носителя изотопов водорода, а также содержащегося в защитных контейнерах транспортных упаковочных комплектов, радиационных головках гамма-дефектоскопов, облучательных головках гамма-терапевтических аппаратов, транспортно-перезарядных контейнерах и других подобных им специфических изделиях, применяемых для радиационной защиты;

- $U^{233}$ ,  $Np^{237}$ ,  $Am^{241}$ ,  $Am^{243}$ ,  $Cf^{252}$  в облученных продуктах, а также  $Am^{241}$  в плутоний-содержащих продуктах (указанные ЯМ подлежат учету после их выделения);

ЯМ, содержащихся в РАО и находящихся в хранилищах РАО, из которых невозможно их возвращение в основной технологический процесс без специальных организационно-технических мероприятий [3].

В соответствии с «Основными правилами учета и контроля ядерных материалов» НП-030-12 к объектам с ЯМ необходимо применять средства контроля доступа [5].

Учет ЯМ необходимо основывать на результатах учетных измерений параметров ЯМ. Все результаты измерений регистрируются в качестве учетных данных [7].

Аналогично СФЗ, организация и функционирование СУиК ЯМ регулируется нормативно-правовой базой в области использования атомной энергии, которая определяет общую структуру системы [5] и правила осуществления процедур учета и контроля на предприятиях [8].

### 1.3 Методы анализа ядерных материалов

На разных этапах ядерного топливного цикла изменяются физические и химические формы ЯМ, происходят его потери. Различные физические и химические формы ЯМ требуют различных технологий измерений для учета материалов. Полученные результаты измерений ЯМ служат для управления технологическими процессами, а также для обеспечения норм ядерной и радиационной безопасности.

Измерениям подлежат ЯМ, находящиеся в разных состояниях и формах, в разных сочетаниях с другими материалами, с разным уровнем радиоактивности. Соответственно, для выполнения этих задач применяются различные методы и аппаратура.

Методы НРА делятся на активные и пассивные.

Активный анализ включает облучение предметов внешним источником радиации (нейтронами, рентгеновским излучением, гамма-излучением) с целью вызвать вторичное излучение ЯМ. Испускаемые излучения (нейтроны, рентгеновские кванты) интерпретируются как «подписи» для определения количества и состава присутствующего делящегося материала.

Пассивный анализ основан на измерении самопроизвольного излучения (гамма, рентгеновского, нейтронного) материала, служащего его «подписью».

Для обеспечения качества измерений при использовании НРА применяется калибровка аппаратуры, проводят проверки с использованием рабочих эталонов, независимые повторные измерения образцов для оценки случайных погрешностей анализа, а также периодический сравнительный анализ образцов с помощью принятых стандартных разрушающих методов.

Для изучения свойств радиоактивных излучений и исследования частиц применяются различные методы, в основе которых лежит регистрация ионизирующего и фотохимического действия частиц. Устройства, предназначенные для регистрации элементарных частиц, ядер атомов, и излучений, испускаемых частицами и ядрами, называются детекторами.

Существует большое разнообразие детекторов ионизирующего излучения (ИИ) отличающихся по самым разнообразным признакам. В соответствии с этими признаками детекторы классифицируют на разные классы.

В задачах безопасности, учета и контроля ядерных материалов используются гамма-спектрометры, основанные на использовании ионизирующего действия гамма-излучения. Спектрометрию гамма-частиц производят с помощью германиевых полупроводниковых детекторов.

К таким гамма-спектрометрам относится коаксиальный детектор из особо чистого германия модели GC1518 фирмы Canberra.

Германий имеет уровень примесей  $10^{10}$  атомов/см<sup>3</sup>, поэтому при умеренном обратном напряжении смещения, общий объем между электродами обедняется и электрическое поле расширяется через эту активную область. Проникновение фотонов в данную область приводит к тому, что носители заряда перемещаются под действием электрического поля к электродам, где интегральным зарядочувствительным преусилителем преобразуются в импульс напряжения, который пропорционален энергии потерянной в детекторе входящим фотоном.

Германиевые детекторы имеют относительно небольшую ширину запрещенной зоны носителей заряда. Поэтому они должны охлаждаться, чтобы уменьшить тепловое образование носителей заряда до приемлемого для выполнения измерений уровня. В противном случае ток утечки вызывает шум, который снижает энергетическое разрешение детектора. Жидкий азот, имеющий температуру минус 196°С, является обычным средством охлаждения для таких детекторов. Детектор монтируется в вакуумной камере, которая прикреплена или вставлена в сосуд Дьюара, наполненный жидким азотом. Чувствительные поверхности детектора, таким образом, предохраняются от влажности и других загрязнений.

### 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Прогноз потребности – это оценка количества и качества сотрудников, которые понадобятся организации в будущем для реализации намеченных целей. Для того, чтобы понять количество необходимых человеческих ресурсов, нужно определиться с количеством этапов и наименованием работ, в каждом из которых будет задействовано определенное количество рабочих. Данные представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Этапы проведения работ

№	Наименование этапа	Содержание работ
1	Заключение договоров	– нахождение специализирующих организаций; – переговоры; – подпись договора на выполнение монтажных работ по внедрению СФЗ.
2	Установка КИТСФЗ	– прибытие специалистов на объект; – монтаж оборудования.
3	Проверочный этап	– тестирование оборудования; – наладка при необходимости.
4	Ввод в эксплуатацию	

На основании этого необходимо составить календарный план-график мероприятий, который представлен в таблице 9.

Таблица 9 – График мероприятий

№	Наименование работ	1я неделя	2я неделя	3я неделя	4я неделя
1	Заключение договоров	+			
2	Поставка оборудования	+			
3	Монтаж	+	+		
4	Работа электриков		+	+	
5	Тестирование оборудования				+
6	Пуско-наладка оборудования			+	+
7	Ввод в эксплуатацию				+

Зная, из скольких этапов состоит проект, и какие специалисты необходимы, можно определиться с их количеством. Данные приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Количество рабочих

№	Наименование работника	Количество
1	Специалисты по монтажу	4
2	Электрики	4

Затраты на оборудование и монтаж включают в себя стоимость технических и инженерных средств, устанавливаемых на периметре. Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на официальных сайтах компании-изготовителя в Интернете, цены взяты за февраль 2015 года. При указании стоимости инженерных средств учитывается цена за их транспортировку и НДС в 18%.

### 3.1 Затраты на оборудование и монтаж

Затраты на оборудование включают в себя стоимость технических и инженерных средств, устанавливаемых на периметре. Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на официальных сайтах компании-изготовителя в Интернете, цены взяты за февраль 2015 года. При указании стоимости инженерных средств учитывается цена за их транспортировку и НДС в 18%. Стоимость средств приведена в таблице 6, стоимость монтажа данного оборудования приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты на оборудование

№	Наименование технических средств	Кол-во, шт.	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
1	Кнопка ТВС	3	1000	3000
2	Камера видеонаблюдения	14	25000	350000
3	Средство обнаружения ЯМ, радиоактивных и взрывчатых веществ	2	63750	127500

Продолжение таблицы 12

4	Объемный извещатель	3	1000	3000
5	Выдвижной боллард	2	46000	92000
6	Биометрический считыватель с кодонаборными устройствами и считывателем карт	4	5900	23600
7	Ворота защитно-герметичные	1	35000	35000
8	Замок электромагнитный	3	4500	13500
9	Итого:			647600

Таблица 12 – Затраты на монтаж

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Стоимость монтажа на единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Кнопка ТВС	3	1000	3000
2	Камера видеонаблюдения	14	2500	35000
3	Средство обнаружения ЯМ, радиоактивных и взрывчатых веществ	2	10000	20000
4	Объемный извещатель	3	1000	3000
5	Выдвижной боллард	2	2500	5000
6	Биометрический считыватель с кодонаборным устройством	4	3500	14000
7	Ворота защитно-герметичные	1	10000	10000
8	Замок электромагнитный	3	500	1500
9	Итого:			91500

В таблице 13 приведены заработные платы специалистов по установке КИТСФЗ плюс отчисления в государственные внебюджетные фонды (27,1 %).

Таблица 13 – Заработная плата специалистов по установке КИТСФЗ

№	Наименование работника	Количество работников	Заработная плата, руб	Выплаты, руб	Итого к оплате (З/п + отчисления), руб
1	Специалист по монтажу	4	20000	80000	101680
2	Электрик	4	15000	60000	76200

Затраты на заработную плату работникам составили 177880 рублей.

Общие затраты составляют 916980 рублей.

### **3.2 Анализ конкурентных технических решений**

Детальный анализ конкурирующих средств, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении.

Такой анализ помогает вносить коррективы в выбор СФЗ. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны КИТСФЗ как по фактическим параметрам, так и по экономическим параметрам.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики комплексов;
- конкурентоспособность текущего комплекса;
- уровень завершенности (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет комплексов;
- уровень проникновения на рынок (доступность для установки);
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и

т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего совершенствования.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Для этого отобраны несколько альтернативных конфигураций комплексов.

Таблица 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентоспособности двух компаний, специализированных на монтаже оборудования (1 – ЗАО «Артиг», 2 – ЗАО «Безопасность»)

Критерии оценки	Вес критерия	Конкурентоспособность			
		Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1. Стоимость монтажа единицы продукции	0,13	4	5	0,65	0,89
2. Сроки выполнения	0,17	3	4	0,51	0,55
3. Квалификация работников	0,19	4	5	0,48	1,09
4. Обслуживание	0,13	5	5	0,55	0,56
5. Наличие лицензии на проведение данных работ	0,21	4	5	0,77	0,89
6. Рейтинг компании	0,14	3	5	0,51	0,56
7. Количество задействованных специалистов	0,03	3	2	0,02	0,03
Итого:	1	26	31	3,49	4,57

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (7),$$

где К – конкурентоспособность технических решений или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Для первой компании  $K=90,74$ , для второй –  $141,67$ . Следовательно, целесообразно выбрать вторую компанию.

В соответствие с выделенными требованиями подобрана компания ЗАО «НЭПТ» для установки КИТСФХ.

ЗАО «НЭПТ» возглавляет многопрофильный производственный холдинг, в состав которого входят:

- сборочно-монтажные, механообрабатывающие мощности;
- учебно-тренировочный полигон, испытательные базы ИТСФЗ и систем безопасности.

Главная цель предприятия – создание надежных и безопасных рубежей периметра важных и особо важных зон ЯО. Специалисты компании постоянно модернизируют продукцию, разрабатывают новые современные КИТСФЗ, что облегчает выбор в необходимых устройствах.

ЗАО «НЭПТ» обеспечивает полный цикл создания и эксплуатации ИТСФЗ, КИТСФЗС:

- анализ уязвимости и эффективности ИТСФЗ;
- проектирование, разработку и внедрение КИТСФЗ;
- поставку оборудования;
- монтажные и пусконаладочные работы;
- сервисное и техническое обслуживание;
- обучение персонала;
- информационно-техническую поддержку.

Строительство заграждений и пусконаладка оборудования требуют профессионального подхода и квалифицированного аттестованного персонала. ЗАО «НЭПТ» выполняет все работы, связанные с проектированием, монтажом и пусконаладкой, обладает необходимыми строительно-монтажными и производственными ресурсами, постоянным персоналом. Это позволяет не только быстро и профессионально выполнить все задачи, но и контролировать ход работ на всех этапах – начиная от утверждения сметы и заканчивая проверкой качества результата.

ЗАО «НЭПТ» имеет все необходимые лицензии для проведения строительно-монтажных и пусконаладочных работ. Компания является членом некоммерческого партнерства саморегулируемых организаций «СоюзАтомПроект» и «СоюзАтомСтрой». Данные СРО выдают свидетельства на допуски к проектным и строительно-монтажным работам, оказывающим

влияние на безопасность особо опасных, технически сложных, уникальных и других объектов капитального строительства.

Деятельность ЗАО «НЭПТ» регламентируется лицензиями Госстроя России, ФСБ, Госатомнадзора.

Благодаря комплексному подходу, наличию собственной производственной базы и строительно-монтажных подразделений, ЗАО «НЭПТ» качественно выполняет работу и создает эффективные рубежи безопасности объектов.

### **Список публикаций студента**

Егорова М. С., Зубанов П. А., Худойкин К. Э. Томская область: развитие «зеленых» технологий // Молодой ученый. — 2015. — №10. — С. 88-91.