

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

---

Институт кибернетики  
Направление подготовки Технология художественной обработки материалов  
Кафедра ТМСР

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Технология и материалы в проектировании корпусов медицинских приборов</b>

УДК\_615.47:621.313.12-2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж31	Писаренко Маргарита Игоревна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ТМСР	Зуев А.В.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры Менеджмента	Спицын В.В.	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Пустовойтова М.И.	Кандидат химических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСР	Вильнин А.Д.			

Томск – 2017 г.

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Из планируемых результатов обучения наиболее ярко проиллюстрированы:

Код результата	Результат обучения
<b><i>Общекультурные компетенции</i></b>	
P1	Готовность уважительно и бережно относиться к историческому наследию, накопленным гуманитарным ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также отражать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры при изготовлении художественных изделий.
P2	Способность понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии.
P3	Понимание социальной значимости своей будущей профессии и стремление к постоянному саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P4	Способность к восприятию информации, понимания ее значения в развитии современного общества, зная основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях.
P5	Владение литературной, деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и на одном из иностранных языков, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования текстов профессионального назначения с учетом логики рассуждений и высказываний.
P6	Способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой культуре.
P7	Умение применять необходимые знания в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук и готовность использовать их основные законы, а также методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения профессиональных задач.
P8	Способность сочетать научный подход в исследованиях физико-химических, технологических и органолептических свойств материалов разных классов для решения поставленных задач в ходе профессиональной деятельности.
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
P9	Способность осуществлять выбор необходимого оборудования, оснастки, инструмента для получения требуемых функциональных и эстетических свойств художественно-промышленных изделий, определять и разрабатывать технологический процесс обработки изделий из разных материалов с указанием технологических параметров для получения готовой продукции.
P10	Способность решать профессиональные задачи в области проектирования, подготовки и реализации единичного и мелкосерийного производства художественно-промышленных изделий.

P11	Способность выбрать художественные критерии и использовать приемы композиции, цвето- и формообразования, в зависимости от функционального назначения и художественных особенностей изготавливаемого объекта.
P12	Способность организовывать работу коллектива в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также его контроль по выпуску серийной художественной продукции в соответствии с трудовым законодательством.
P13	Способность к планированию участков, выбору и размещению необходимого оборудования и индивидуальных установок для единичного и мелкосерийного производства художественных изделий, обладающих эстетической ценностью.

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

Институт кибернетики  
 Направление подготовки (специальность) Технология художественной обработки  
 материалов  
 Кафедра ТМСР

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. Кафедрой  
 \_\_\_\_\_ Вильнин А.Д.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Ж31	Писаренко Маргарита Игоревна

Тема работы:

<b>«Технологии и материалы в проектировании корпусов медицинских приборов»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2017
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><small>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).</small></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести обзор и анализ существующих аналогов.</li> <li>2. Эскизирование вариантов корпуса генератора технеция.</li> <li>3. Создание 3D-модели корпуса генератора технеция.</li> <li>4. Рассмотреть и подобрать технологии изготовления корпуса генератора технеция, определить примерную рыночную цену объекта.</li> <li>5. Провести анализ и расчет параметров ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</li> </ol>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Титульный лист</li> <li>2.Задание</li> <li>3.Реферат</li> <li>4.Содержание, введение</li> <li>5.Аналитический обзор</li> <li>6.Объект и методы исследование</li> <li>7.Расчет и аналитика</li> <li>8.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>9.Социальная ответственность</li> <li>10.Заключение</li> <li>11.Список использованных источников, приложения</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1.В электронной форме на диске CD-R: трехмерные модели, визуализация, чертежи деталей и пояснительная записка.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Раздел</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Консультант</b></p>
<p>Художественная часть</p>	<p>Зуев Андрей Витальевич, ассистент кафедры ТМСПР</p>
<p>Технологическая часть</p>	<p>Зуев Андрей Витальевич, ассистент кафедры ТМСПР</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Спицын Владислав Владимирович, доцент кафедры менеджмента</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Пустовойтова Марина Игоревна, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>29.09.2016</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Ассистент кафедры ТМСПР</p>	<p>Зуев Андрей Витальевич</p>			<p>29.09.2016</p>

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Ж31</p>	<p>Писаренко Маргарита Игоревна</p>		<p>29.09.2016</p>

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, содержащую 104 страниц, включает 25 рисунка, 21 таблиц, 2 приложений. Ключевые слова: ядерная медицина, генератор технеция, молибден, радиофармпрепарат, адсорбция, промышленный дизайн, комбинаторика формообразования, фрезерование, литье пластмасс.

В качестве предмета в данной работе рассматриваются корпуса медицинских приборов, а объектом проектирования является корпус генератора Технеция-99м.

Цель работы — разработка корпуса генератора Технеция-99м для мелкосерийного и крупносерийного производств.

В процессе выполнения бакалаврской работы был разработан корпуса генератора технеция. Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010. При создании электронных моделей программный продукт SolidWorks 2014. Художественная часть создавалась с помощью программного продукта CorelDraw X7.

В результате исследования была создана модель корпуса генератора технеция-99м для крупносерийного производства, а также представлена часть модели, созданная под мелкосерийное производство.

В будущем возможно улучшение конструкции корпуса, а также ее адаптация под различные типы производства.

## Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ. Термины и определения.
2. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Электробезопасность.
6. ГОСТ 12.2.032 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя.
7. ГОСТ 12.3.002-75 Процессы производственные. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12.3.002-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
10. ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.
11. ГОСТ Р 50948-98 Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.
12. ГОСТ 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения.
13. СанПиН 2.24.548-96 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
14. СНиП II – 4 – 79 Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.

15. СанПиН 2.2.2.542-96 ГИГИенические требования к видеодисплейным терминалам, ПЭВМ и организация работы.
16. СанПиН 2.2.4.2.1.8.566-96 Допустимые уровни вибрации на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий.
17. ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий.
18. ГОСТ 20790-93 Приборы, аппараты и оборудование медицинские
19. ГОСТ Р ИСО 15223-1-2014 Изделия медицинские. Символы, применяемые при маркировании на медицинских изделиях, этикетках и в сопроводительной документации.
20. ГОСТ 31508-2012 Изделия медицинские. Классификация в зависимости от потенциального риска применения.
21. ГОСТ Р 50827-95 Корпусы для аппаратов, устанавливаемые в стандартные электрические установки бытового и аналогичного назначения. Общие требования и методы испытаний.



## Определения

В данной работе используются следующие термины с соответствующими определениями:

**Ядерная медицина** – направление современной медицины, характеризующееся использованием радиоактивных веществ и свойств атомного ядра для диагностики и терапии заболеваний в различных областях научной и практической медицины – в онкологии, кардиологии, урологии и нефрологии, пульмонологии, эндокринологии, травматологии, неврологии и нейрохирургии, педиатрии, аллергологии, гематологии, клинической иммунологии и т.д [1].

**Радионуклиды** – радиоактивный нуклид, т.е. вид радиоактивных атомов с определенными значениями заряда ядра (атомного номера)  $Z$  и массового числа  $A$  (массовое число – общее число нуклонов – протонов и нейтронов – в ядре) [2].

**Радионуклидные препараты** – препараты, состоящие из радиоактивных изотопов или их соединений с органическими и неорганическими веществами, предназначенные для медико-биологических исследований, радиоизотопной диагностики и лечения различных заболеваний [3].

**Генератор технеция-99м** – приборы, позволяющие многократно получать препараты радионуклидов непосредственно на месте их использования путем разделения генетически связанных между радонкулидов - материнского и дочернего. Последний (дочерний), как правило, имеет более короткий период полураспада и постоянно образуется (генерируется) из материнского.

**Технеций-99** – радиоактивный нуклид химического элемента технеция с атомным номером 43 и массовым числом 99.

**Элюент** – растворитель или смесь растворителей, предназначенная для прокачки анализируемой смеси через хроматографическую колонку [4].

**Элюат** – это раствор, выходящий из хроматографической колонки [4]. В данном случае элюатом является стерильного раствора пертехнетата натрия с технецием-99m.

**Хроматограмма** – кривая, описывающая зависимость концентрации анализируемых веществ в элюате от времени [4].

**Хроматографическая система** – система, состоящая из хроматографической колонки, заполненной определенным адсорбентом, через которую при определенной температуре прокачивается элюент определенного состава [4].

**Адсорбент** – компонент пробы, индивидуальное соединение, внесенное в хроматографическую колонку [4].

**Корпусы** – монтажные коробки открытой, скрытой и полускрытой установки, крышки, покрывающие пластины и т.п., предназначенные, после монтажа, для соответствующей степени защиты встроенных аппаратов, проводов и/или кабелей от внешних воздействий и определенной степени защиты от контакта с токоведущими частями с любых направлений [5].

**Крышка или покрывающая пластина** - не являющийся частью аппарата элемент корпуса, который может удерживать аппарат в определенном положении или закрывать его [5].

**Эргономика** – это научная дисциплина, занимающаяся изучением взаимодействия между людьми и другими элементами систем с помощью теории, законов, данных и методов конструирования в целях обеспечения здоровья человека и оптимизации общего функционирования системы [6].

**Дизайн** – творческая деятельность, целью которой является определение формальных качеств предметов, производимых промышленностью. Эти качества формы относятся не только к внешнему виду, но, главным образом, к структурным и функциональным связям, которые превращают систему в целостное единство с точки зрения как изготовителя, так и потребителя [7].

**Промышленный дизайн** – это область дизайна, целью которой является формообразование промышленно производимых изделий с учетом их

структурных и функциональных характеристик. Важное место в деятельности промышленного дизайнера занимают орудия труда и механизмы, продукция станко- и машиностроения, средства транспорта и оружие. В промышленном дизайне наиболее полно применяются профессиональные навыки и опыт дизайнера [7].

**Комбинаторика** – это приемы нахождения различных соединений (комбинаций), сочетаний, размещений из данных элементов в определенном порядке [8].

Обозначения и сокращения:

**СанПиН** – санитарные правила и нормы;

**ВДУ** – временно допустимые уровни;

**ЭЛТ** – монитор на основе электронно-лучевой трубки;

**ЭВМ** – электронно-вычислительная машина;

**ПВЭМ** – персональные компьютеры серии ЕС (единой системы);

**ПДК** – предельно допустимая концентрация;

**ЧС** – чрезвычайные ситуации

**ТУ** – технические условия

## Оглавление

Реферат .....	11
Нормативные ссылки .....	12
Определения .....	14
ВВЕДЕНИЕ .....	19
1.АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР .....	21
1.1 Обзор конструкций и технологий изготовления корпусов медицинских приборов .....	21
2.ТРЕБОВАНИЯ К КОРПУСАМ .....	32
2.1 Общие требования.....	32
2.2 ТУ на испытания .....	32
2.3 Эргономические требования.....	33
2.4 ТУ по безопасности.....	34
3.РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА.....	36
3.1 Определение концепции/эскизирование .....	36
3.2 3D-моделирование.....	49
3.3 Прочностной анализ конструкции.....	50
4.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	52
4.1 Выбор материала .....	52
4.2 Технология изготовления .....	54
4.3 Сборка изделия.....	57
5.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	59
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	60
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	60
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	60
5.1.3 Технология QuaD.....	64
5.1.4 SWOT-анализ .....	66

5.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	68
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	68
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	69
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	71
5.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	72
5.2.5 Расчет материальных затрат НТИ .....	73
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	78
6.1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....	78
6.1.1 Анализ вредных факторов, возникающих при разработке и эксплуатации генераторов технеция .....	78
6.1.2 Анализ опасных факторов, возникающих при разработке и эксплуатации генераторов технеция .....	89
6.2 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....	92
6.3 БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧС .....	94
6.4 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	97
Список публикаций студента .....	98
Список использованных источников .....	99
Приложения .....	104

## ВВЕДЕНИЕ

Ускорение технического прогресса повлияло на развитие различных областей человеческой деятельности, в том числе и медицина. Со временем в медицине появлялись новые направления, в том числе и ядерная медицина, окончательно сформировавшаяся в период с 1970 по 1980 года.

Ядерная медицина — это один из разделов клинической медицины, где применяются различные радионуклидные препараты при диагностике заболеваний и их лечении. В свою очередь радионуклидные препараты состоят из радиоактивных изотопов или их соединений с органическими и неорганическими веществами.

Рост интереса медиков к изотопам объясняется, с одной стороны, высокой эффективностью их применения вследствие уникальных физических и химических свойств, а с другой стороны, с «застоем» традиционной фармакологии, которая, перепробовала почти все известные химические соединения и смеси. Важными резервами изотопов являются так называемые изотопные эффекты в биохимии, которые открывают новые пути протекания жизненно важных реакций в организме [1].

С целью получения препаратов радионуклидов применяются различные генераторы. В данной работе объектом исследования является генератор технеция-99м. У представленных на сегодняшний момент генераторов технеция встречаются различные конструкции корпусов, которые изготавливаются по различным технологическим процессам, схемы расположения внутренних компонентов, схемы сборки, которые имеют множество различных преимуществ и недостатков.

Таким образом, объектом исследования в данной работе является корпус генератора технеция-99м.

Цель данной работы — разработка корпуса генератора технеция-99м для крупносерийного и мелкосерийного производств. Необходимо решить следующие задачи:

1. изучить различные технологии производства корпусов изделий, в первую очередь — медицинских;
2. провести аналитический обзор уже имеющихся решений;
3. разработать эскизы конструкции;
4. создать трехмерную модель корпуса;
5. разработать технологию изготовления изделия.

# 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

## 1.1 Обзор конструкций и технологий изготовления корпусов медицинских приборов.

Корпуса медицинского оборудования делят на следующие типы:

- ручные (портативные). Такие решения удобно располагаются на руке или в руке, служат для измерения, контроля, регистрации;
- настольные;
- настенные;
- пультовые (для управления громоздкими, сложными системами);
- встраиваемые [5].

По виду материала корпуса классифицируют следующим образом:

- из изоляционного материала;
- из пластика (листовой пластик, литье);
- металлические (листовой металл, литье);
- из композиционных материалов (композиты).

Далее необходимо рассмотреть основные технологии для изготовления корпусов медицинских изделий.

Технологии изготовления корпусов из пластика:

### 1. Литье в силиконовые формы.

Данная технология применяется в тех случаях, когда существует острая необходимость в изготовлении небольшой партии изделий в максимально сжатые сроки, сделать копию удачно изготовленного образца, получить продукцию с показателями прочности, заметно превосходящими большинство пластичных масс, характерных, например, для стандартной 3d-печати [5].

Технология литья в силиконовые формы состоит из трех этапов: подготовка прототипа детали, изготовление силиконовой формы, изготовление партии пластмассовых деталей. Для первого этапа в качестве прототипа может использоваться модель, полученная методом быстрого прототипирования, или любой готовый образец. На данном этапе производится необходимая доводка поверхностей для достижения специальных требований по



шероховатости и точности. Во время второго этапа прототип с литниковой системой помещается в специальную опалубку и фиксируется в ней. В полученную таким образом систему в вакууме заливается силикон, который впоследствии полимеризуется по определенному технологическому режиму. Таким образом получается форма для литья. На третьем этапе происходит литье пластмасс в силиконовые формы.

## 2. Фрезерно-гибочная технология.

Фрезерно-гибочная технология - это метод изготовления небольших партий (от единиц до сотен штук) корпусов из листовых материалов. Технологический процесс состоит из следующих этапов:

- Создание рабочих чертежей. С помощью специализированной программы на основе предоставленных заказчиком данных создаются рабочие чертежи всех деталей для фрезерно-гибочного процесса.
- Подготовка оборудования. На основе рабочих чертежей программируется фрезерное и гибочное оборудование.
- Фрезерование. В листе пластмассового материала на фрезерном станке для каждой будущей детали изготавливаются все необходимые отверстия и углубления.
- Вырезание деталей. Из листа пластмассового материала вырезаются все будущие детали.
- Изготовление выступов и пазов, с помощью которых будут соединяться детали будущего корпуса.
- Нанесение на заготовку клиновидных гибочных канавок на специальном станке, по которым будет осуществляться гибка.
- Гибка. На специальном станке производится гибка будущей детали по намеченным канавкам. Перед каждой операцией гибки производится нагрев области гибки, а после - охлаждение в согнутом положении.
- Вклейка монтажных колонок с запрессованными резьбовыми втулками в подготовленные при фрезеровании углубления.

- Производится склейка деталей, с образованием комплексных деталей сложной конфигурации. Используется специальный состав, "сплавляющий" склеиваемые поверхности на молекулярном уровне.
- Дополнительная обработка. Производятся опциональные дополнительные операции: окрашивание, нанесение экранирующего покрытия, установка замков, петель и т. д.

### 3. Литье пластмасс под давлением.

Литье пластмасс под давлением – это технологический процесс изготовления изделий из пластмасс путем впрыскивания расплава полимера под давлением в пресс-форму с последующим охлаждением.

Литье пластмасс под давлением осуществляется в литьевых машинах - термопластавтоматах (ТПА), позволяющих выпускать изделия из различных пластиков (АБС, полиэтилен, полипропилен, полиамид, поликарбонат, ПММА), различных композиционных материалов. В качестве оснастки используются стационарные литьевые формы.

К достоинствам литья пластмасс под давлением относятся: высокая производительность, высокая точность получаемых изделий, возможность изготовления деталей весьма сложной геометрической формы, возможность изготовления армированных изделий, деталей из вспенивающихся пластиков и др. Кроме того при массовом производстве детали, изготовленные данной технологией, отличает низкая цена по сравнению с другими методами изготовления деталей из пластмасс. Переработка пластмасс подобным методом – это возможность обеспечения низкой себестоимости продукции. В производстве задействованы термопластавтоматы с усилием запирающей формы от 100 до 1250 тонн. Кроме того на данном производстве имеется участок, на котором выполняются операции по обрезке, сборке и ультразвуковой сварке деталей, полученных литьем под давлением. Производство обеспечено комплексом дополнительного и периферийного оборудования по переработке пластика (сушилки, автоматические загрузчики сырья, регуляторы температур, измельчители пластмасс, водоохладитель), позволяющего производить

качественную продукцию, а так же эксплуатировать пресс-формы и основное оборудование в режиме, обеспечивающем их минимальный износ и продлевающим срок их бесперебойной работы [23].

### 3.1. Литье сложных форм.

Для изготовления изделий сложной формы необходимо создать формы для литья пластиков или металлов под давлением. Литьевые формы применяются для литья под давлением металлов и полимерных материалов, литья по выплавляемым моделям, прессования полимерных материалов. В стандартную форму входит набор плит – это неподвижная основа, на ней располагается будущее изделие, пуансон – подвижная деталь, она и осуществляет прессовку сырья, система выталкивания готового продукта, система охлаждения, направляющие элементы. Формы для литья делятся на несколько видов, а именно ручные, полуавтоматические, автоматические, съемные, полусъемные, стационарные. Плоскости разъема могут быть горизонтальными и вертикальными. Подвод материала к формующей полости осуществляется через литниковую систему, которые делятся на центральные, разводящие и впускные.

Создание форм делится на следующие этапы:

Этап 1 – проектирование форм;

Этап 2 – изготовление и первое испытание;

Этап 3 – доработка и финишное испытание.

Изготовление формы начинается с кусков хромированной стали, которые объединяются в один блок (основа пресс-формы). Затем блок устанавливается на фрезерный станок, который ведет обрезку брусков до необходимого размера, после чего идет обработка основы пресс-формы, которая очень точно соответствует первоначальному дизайну. Также в литевой форме происходит сверление специальных отверстий и втулок, которые удерживают все компоненты вместе во время дальнейшего литья под давлением. Далее идет обработка поверхностей формы на шлифовальном станке. После чего идет высокоточная машинная обработка. Основа медленно обрабатывается на станке

с ЧПУ для придания компонентам пресс-формы необходимую форму. После идет полировка компонентов изготавливаемой формы. После идет использование сложных измерительных приборов для уточнения размеров. После обработки в форме сверлятся каналы, по которым будет поступать охлаждающая жидкость. После, если это необходимо, идет гравировка надписей, знаков на внутренней поверхности формы в виде зеркального отражения.

Литьевые формы должны отвечать таким технологическим требованиям, как [36]:

- одновременное заполнение частей литьевой формы;
- Равномерное давление впрыска (инжекция) и усилие подпрессовки для многогнездных форм, чем достигается однородная плотность и размерная точность изделий;
- изменение размеров каждого вводного канала в литьевых формах для изготовления нескольких различных по величине деталей и в литьевых формах с последовательным расположением гнезд одинакового размера для обеспечения одновременной отливки всех деталей, поскольку длина пути расплава к отдельным деталям различна;
- правильная гидродинамическая конфигурация разводящих литников, так как литник и разводные каналы единое целое с отливкой, литник должен быть коротким, коническим, круглым в сечении и подводиться в центре или в месте наибольшей толщины изделия.

#### 4. Литье металлов под давлением.

Литье металлов под давлением - технологический процесс изготовления отливок путем заполнения сплавом пресс-формы под давлением от 7 до 700 МПа. Данный способ применяется для цветных металлов и некоторых сплавов. Данный способ является высокопроизводительными и позволяет получать отливки с высоким качеством поверхности.

При получении отливок на литейных машинах с холодной камерой прессования необходимое количество сплава заливается в камеру прессования

вручную или заливочным дозирующим устройством. Сплав из камеры прессования под давлением прессующего поршня через литниковые каналы поступает в оформляющую полость плотно закрытой формы, излишек сплава остаётся в камере прессования в виде пресс-остатка и удаляется. После затвердевания сплава форму открывают, снимают подвижные стержни и отливка выталкивателями удаляется из формы.

При получении отливок на машинах с горячей камерой прессования сплав из тигля нагревательной печи самотёком поступает в камеру прессования. После заполнения камеры прессования срабатывает автоматическое устройство (реле времени, настроенное на определённый интервал), а поршень начинает давить на жидкий сплав, который через обогреваемый мундштук и литниковую втулку под давлением поступает по литниковым каналам в оформляющую полость формы и кристаллизуется. Через определённое время, необходимое для образования отливки, срабатывает автоматическое устройство на раскрытие формы, и отливка удаляется выталкивателями. У полученных отливок обрубают (обрезают) заливки (облой), элементы литниковых систем, затем их очищают вручную или на машинах; если необходимо, производят термообработку.

Для этого метода литья характерны высокая скорость прессования и большое удельное давление [ $30\text{—}150 \text{ Мн/м}^2$  ( $300\text{—}1500 \text{ кгс/см}^2$ )] на жидкий сплав в форме. Качество отливок зависит от ряда технологических и конструктивных факторов, например, выбора сплава, конструкции отливки, литниковой и вентиляционной систем, формы, стабильности температуры сплава и формы, вакуумирования формы для предупреждения образования пористости и т. д. Метод обеспечивает высокую производительность, точность размеров (3—7-й классы точности), чёткость рельефа и качество поверхности [27].

##### 5. Литье по выплавляемым моделям.

Литье по выплавляемым моделям, широко применяемое в машиностроении при изготовлении тонкостенных сложных по конфигурации

отливок. Технология литья по выплавляемым моделям имеет ряд специфических особенностей:

- модель служит для получения только одной отливки, потому что вытапливается в процессе изготовления формы;
- металл заливают в тонкостенные неразъемные формы, получаемые путем нанесения огнеупорного покрытия на модель, сушки покрытия, удаления (вытапливания) модели и последующего прокаливания формы;
- формовочная смесь представляет собой суспензию, состоящую из мелкозернистого огнеупорного материала и связующего раствора;
- применение мелкозернистых пылевидных огнеупорных материалов обеспечивает очень высокое качество поверхности отливки;
- высокая точность отпечатка модели достигается путем повышения температуры заливаемого металла, что требует использования высокоогнеупорных формовочных и связующих материалов [28].

Шероховатость поверхности отливок зависит от их толщины и некоторых особенностей технологии [28].

Создание изделия с помощью литья по выплавляемым моделям происходит следующим образом. Восковые модели изготавливают в многоместной пресс-форме на специальном пресс-автомате, а затем собирают припаиванием в модельный блок с общей литниковой системой. На модельный блок наносят огнеупорную суспензию, состоящую из связующего раствора (как правило, на основе этилсиликата) и огнеупорного порошка. Для укрепления суспензионного слоя его обсыпают кварцевым песком или крошкой другого огнеупорного материала, после чего просушивают. На блок наносят несколько слоев [28].

Модель удаляют из керамической оболочки выплавлением, растворением или выжиганием. Оболочку прокаливают для удаления остатков модельного состава и других органических веществ. Если прочность оболочки недостаточна, ее перед прокаливанием заформовывают в огнеупорный наполнитель [28].

После заливки и затвердевания металла блок очищают от огнеупорной оболочки, а отливки отделяют от литниковой системы [28].

Восковые модели машиностроительных отливок получают в металлических, пластмассовых и гипсовых пресс-формах, изготовленных по чертежам. Литье по выплавляемым моделям обеспечивает получение точных и сложных отливок из различных сплавов массой 0,02...15 кг с толщиной стенки 0,5...5 мм. Недостатками являются сложность и длительность процесса производства отливок, применение специальной дорогостоящей оснастки [28].

#### 6. Штамповка.

Штамповка или штампование — процесс пластической деформации материала с изменением формы и размеров тела [29].

Чаще всего штамповке подвергаются металлы или пластмассы. Существуют два основных вида штамповки — листовая и объёмная. Листовая штамповка подразумевает в исходном виде тело, одно из измерений которого пренебрежимо мало по сравнению с двумя другими (лист до 6 мм). Примером листовой штамповки является процесс пробивания листового металла, в результате которого получают перфорированный металл (перфолист). В противном случае штамповка называется объёмной. Для процесса штамповки используются прессы — устройства, позволяющие деформировать материалы с помощью механического воздействия.

По типу применяемой оснастки штамповку листовых материалов можно разделить на виды:

- штамповка в инструментальных штампах,
- штамповка эластичными средами,
- импульсная штамповка:
  - магнитно-импульсная,
  - гидро-импульсная,
- штамповка взрывом,
- валковая штамповка.

**Холодная листовая штамповка.** Сущность способа заключается в процессе, где в качестве заготовки используют полученные прокаткой лист, полосу или ленту, свёрнутую в рулон. Листовой штамповкой изготавливают самые разнообразные плоские и пространственные детали массой от долей грамма и размерами, исчисляемыми долями миллиметра (например, секундная стрелка ручных часов), и детали массой в десятки килограммов и размерами, составляющими несколько метров.

**Горячая объёмная штамповка.** Горячая объёмная штамповка (ГОШ) — это вид обработки металлов давлением, при которой формообразование поковки из нагретой до ковочной температуры заготовки осуществляют с помощью специального инструмента — штампа. Течение металла ограничивается поверхностями полостей (а также выступов), изготовленных в отдельных частях штампа, так что в конечный момент штамповки они образуют единую замкнутую полость (ручей) по конфигурации поковки. В качестве заготовок для горячей штамповки применяют прокат круглого, квадратного, прямоугольного профилей, а также периодический. При этом прутки разрезают на отдельные (мерные) заготовки, хотя иногда штампуют из прутка с последующим отделением поковки непосредственно на штамповочной машине.

Применение объёмной штамповки оправдано при серийном и массовом производстве. При использовании этого способа значительно повышается производительность труда, снижаются отходы металла, обеспечиваются высокие точность формы изделия и качество поверхности. Штамповкой можно получать очень сложные по форме изделия, которые невозможно получить приёмами свободнойковки.

**Холодная объёмная штамповка.** При холодной объёмной штамповке (ХОШ) температура исходной заготовки ниже ковочной. Это обуславливает высокие значения сопротивления металла штамповочному давлению и существенно меньшую текучесть, что ограничивает возможность получения изделий сложной формы. Однако по сравнению с ГОШ металл не подвергается



термическим модификациям, нет усадки при охлаждении и нет риска образования горячих трещин. Точность выполнения поверхностей при ХОШ сопоставима с таковой при обработке металлов резанием, однако после ХОШ на поверхности металла, отсутствуют концентраторы напряжений (риски и царапины).

**Валковая штамповка.** Валковая штамповка — формоизменяющая операция обработки металлов давлением, получения осесимметричных деталей из цилиндрической заготовки путём одновременного действия на неё радиальных и осевых нагрузок. Осевая нагрузка заготовки создаётся за счёт перемещения пуансона, а радиальная — за счёт обкатки её боковой поверхности в роликах или валках. Таким образом, валковая штамповка является способом комплексного локального деформирования, в котором в одном технологическом процессе происходит совмещение одной из основных кузнечных операций — прошивки или осадки с поперечной прокаткой или обкаткой. Валковая штамповка позволяет изготавливать круглые в плане сплошные и полые детали, тонкостенные и толстостенные изделия малых размеров, применяемые в приборостроении, а также крупногабаритные детали с высокой точностью и качеством при технологических усилиях на порядок меньших, чем при традиционных методах объёмной штамповки. Комплексное нагружение очага пластической деформации локальным периодическим воздействием с одновременным воздействием через постоянно фиксируемую зону позволяет получить новый технологический эффект, недостижимый другими методами деформирования. Валковая штамповка способствует улучшению физико-механических свойств обрабатываемого металла, обеспечивает требуемое расположение его волокон, что повышает эксплуатационные свойства получаемых деталей. Относительно низкая стоимость оснастки, незначительное время подготовки производства, возможность быстрой переналадки на другой типоразмер детали, использование оборудования небольшой мощности позволяют применять

валковую штамповку как в крупносерийном, так и в средне- и мелкосерийном производствах.

**Магнитно-импульсная штамповка.** При магнитно-импульсной штамповке электрическая энергия непосредственно преобразуется в механическую энергию, приводящую к деформации заготовки. Для штамповки заготовку помещают в сильное импульсное магнитное поле, создаваемое соленоидом с подключённой батареей конденсаторов. Под действием этого магнитного поля в заготовке возникают вихревые токи; взаимодействие индуцированного ими магнитного поля с магнитным полем соленоида и приводит к деформации. Процесс проходит за несколько десятков микросекунд [33].

## **2.ТРЕБОВАНИЯ К КОРПУСАМ**

### **2.1 Общие требования**

Корпусы должны иметь такую конструкцию, которая в нормальных условиях эксплуатации обеспечивала бы необходимую электрическую и механическую защиту частей аппарата, а также безопасность потребителя и окружающей обстановки [9].

Корпусы следует изготавливать в соответствии с требованиями настоящего стандарта, ТУ на корпуса конкретных типов по технической документации, утвержденной в установленном порядке [9].

Проверку корпусов на соответствие требованиям настоящего стандарта, ТУ на конкретные типы корпусов и образцам следует проводить всеми испытаниями, предписанными настоящим стандартом, с указанной в ТУ на конкретные корпуса периодичностью и сравнением с образцом [9].

### **2.2 ТУ к испытаниям**

Для народнохозяйственной продукции в соответствии с ГОСТ 16504 предусматриваются следующие виды испытаний: квалификационные, периодические, приемосдаточные, типовые, а также сертификационные. Считается, что корпуса не соответствуют требованиям, если имеется более одного образца, не выдержавшего какого-либо испытания. Если один из образцов не выдерживает какое-либо испытание, то данное испытание, а также все предшествующие испытания, которые могут повлиять на его результаты, должны быть повторены на новой партии образцов. При повторных испытаниях не должно быть обнаружено ни одного дефекта. Вместе с первой партией образцов согласно, можно представить дополнительную партию, которая может понадобиться, если один из образцов не выдерживает испытания [9].

При отрицательных результатах повторных испытаний образцы бракуются. При непредставлении дополнительной партии образцы бракуют

в том случае, если один из них не выдержал какого-либо испытания [9].

### **2.3 Эргономические параметры**

Габариты корпусов зависят от количества элементов, которые предполагается поместить в него. Кроме того, размер корпуса зависит от объема элементов, которые необходимо там разместить [10].

Эргономические требования прямо связаны с требованиями эстетическими и косвенно с требованиями экономики и технологии. Поэтому эргономическая отработка промышленного изделия является частью процесса дизайна [11]. Внешний вид оборудования является весьма значимым показателем, определяющим конкурентоспособность. Несмотря на то, что основой выбора, безусловно, является содержание и функциональные характеристики, в настоящее время внешний дизайн и эргономичность выходят чуть ли не на первый план [10].

Существует четыре группы эргономических показателей: гигиенические, антропометрические, физиологические и психофизиологические (психологические), которыми оценивается качество продукции в целом и, в частности, конструкции [11].

Гигиенические показатели определяются уровнями освещенности, вентилируемости, влажности, запыленности, температуры, радиации, токсичности, шума и вибрации и т. д [11].

Антропометрические показатели определяются соответствием изделия размерам и форме тела человека, распределению массы его тела, учитываются размеры головы и кисти руки. Антропометрическое соответствие, которое характеризуется правильным выбором параметров конструкции относительно анатомических особенностей человеческого тела, его размеров, возможностей движения с учетом рабочего положения и пользования изделием в эксплуатации [11].

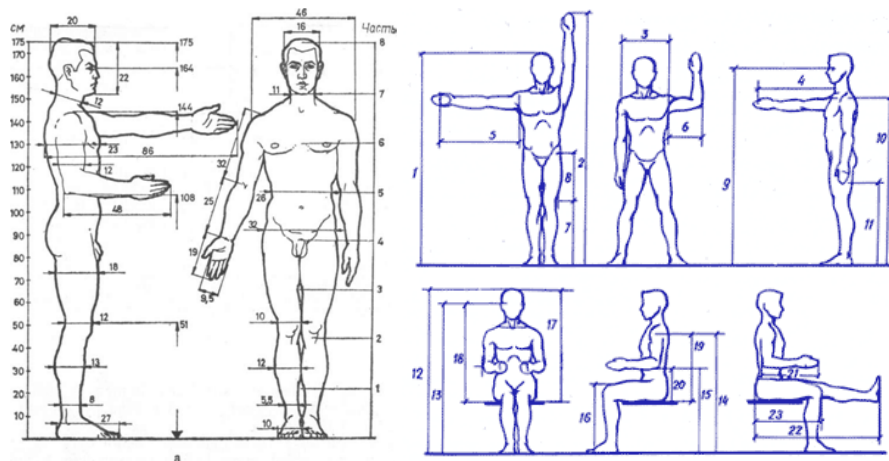


Рисунок 1. Антропометрические параметры человека [11].

Физиологические и психофизиологические показатели определяются соответствием конструкции изделия следующим возможностям человека: силовым, энергетическим, физиологическим, зрительным, слуховым осязательным, обонятельным и вкусовым (психофизиологические) [11].

Психологические показатели конструкции изделия определяются соответствием закрепленных и вновь формируемых рабочих навыков человека его возможности по восприятию и переработке информации. Психологическое соответствие, которое определяется особенностями чувств человека [11].

## 2.4 ТУ по безопасности

Корпусы медицинских изделий в целом и корпуса генераторов технеция в частности должны иметь необходимую механическую прочность. Также на корпусах не должно быть острых необработанных кромок.

Крышки или покрывающие пластины, предназначенные для обеспечения защиты от поражения электрическим током, должны быть надежно закреплены посредством двух или более независимых крепежных элементов, по крайней мере для одного из которых требуется применение инструмента. Допускается крепление только одним крепежным элементом, требующим применения инструмента, если он находится в центре и обеспечивает надежное крепление крышки или покрывающей пластины [9].

Внутри корпуса должно быть достаточно места для размещения внутренних компонентов прибора.

Касаясь генератора стоит отметить, что данный прибор применяется в области ядерной медицины и позволяет многократно получать препараты радионуклидов. Для получения препарата используется радиоактивный нуклид технеций-99 ( $^{99}\text{Tc}$ ), который является продуктом  $\beta^-$  - распада нуклида молибден-99 ( $^{99}\text{Mo}$ ). Для работы с радиоактивными химическими веществами необходимо, чтобы корпус прибора мог защитить персонал от радиоактивного облучения. Для этого предусмотрена защита внутренних элементов прибора с помощью свинцовой оболочки толщиной в 50 мм. Корпус прибора не должен оставлять открытыми внутренние компоненты прибора, которые содержат в себе радиоактивные элементы. Поэтому в корпусах генераторов технеция не должно быть больших отверстий.

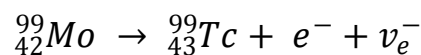
Также при работе с генератором пользователь имеет дело с радиоактивными веществами, то на корпусе должны располагаться знаки, предупреждающие пользователя о радиационной опасности.

### 3. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА

#### 3.1 Определение концепции/эскизирование

Прежде, чем говорить о конструкции, следует сказать о генераторе технеция-99м, его предназначении, принципе работы. Генератор технеция предназначен для получения стерильного пертехнетата натрия ( $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ ) в растворе хлорида натрия (0.9%NaCl). Пертехнетат натрия используется в медицине для внутривенного введения в организм человека при сцинтиграфии головного мозга, щитовидной и слюнной желез, желудка, мозга, а также для получения радиофармпрепаратов, применяемых при диагностике новообразований мозга, щитовидной железы, заболеваний сердечнососудистой и кровеносной систем [34].

В данном генераторе в качестве радиохимического препарата используется технеций-99 ( $^{99}\text{Tc}$ ), который получается следующим образом:



$^{99}\text{Mo}$  распадается с периодом в 66 часов, непрерывно образуя  $^{99}\text{Tc}$ . В свою очередь  $^{99}\text{Tc}$  имеет период полураспада 6 часов и испускает гамма-излучение, которое определяется при обследовании.

Принцип работы генератора представлен на схеме ниже.

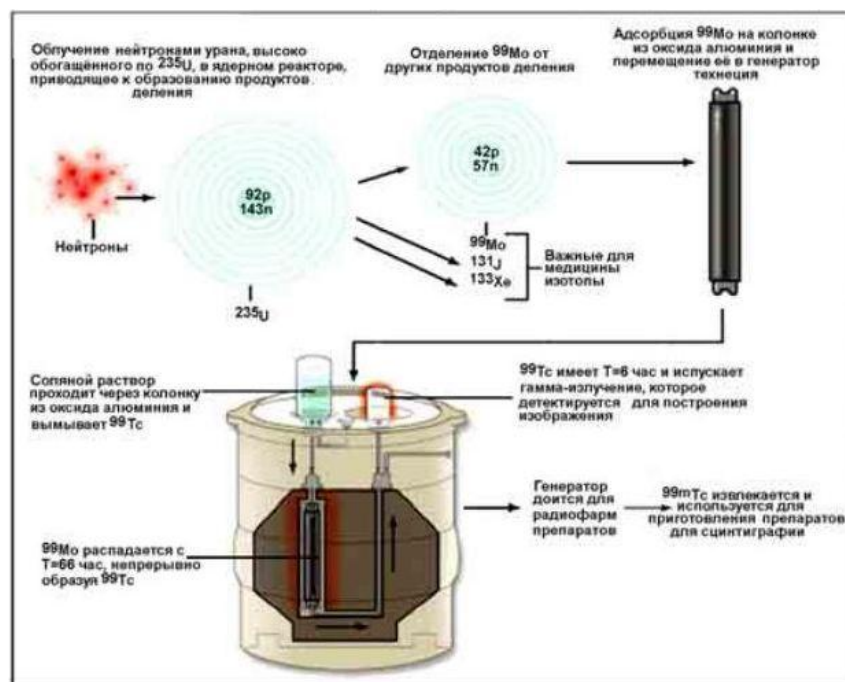


Рисунок 2. Схема работы генератора технеция-99м.

При облучении нейтронами  $^{235}\text{U}$  в ядерном реакторе приводит к образованию продуктов деления. Далее идет отделение  $^{99}\text{Mo}$  от других продуктов деления  $^{235}\text{U}$ . После этого адсорбция  $^{99}\text{Mo}$  помещается в колонку из оксида алюминия, после чего колонка перемещается в генератор. Соляной раствор хлорида натрия проходит через колонку из оксида алюминия, вымывает  $^{99}\text{Tc}$  и перетекает в другой флакон. После этого  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  используется для приготовления препаратов для сцинтиграфии.

Существует множество моделей генераторов, производящихся как в России, так и за рубежом. Основная проблема состоит в том, что если рассматривать аналоги, имеющиеся на рынке, то можно заметить, что российские аналоги в большинстве своем имеют неэстетичный внешний вид и небольшие функциональные возможности. В отличие от российских аналогов, западные имеют такие достоинства, как эстетичность, удобство в использовании, большие функциональные возможности. Западные корпуса наиболее предпочтительные в отличие от российских, однако, из-за скачка курсов доллара и евро, у российских больниц и исследовательских центров не всегда имеется возможность приобрести данный прибор. Поэтому целью данной работы была разработка эстетичного и функционального корпуса генератора технеция, который бы не уступал имеющимся аналогам и был бы более дешевым относительно западных генераторов.

Для начала необходимо провести анализ конструкций корпусов генераторов технеция, которые уже имеются на рынке. Следует выделить основные компоненты генератора технеция-99м:

1. колонка с радиоактивным веществом;
2. пробка;
3. гильза;
4. защитный контейнер;
5. линия элюента;
6. игла верхняя;
7. контейнер с раствором;



8. флакон предохранительный с обогащенным раствором;
9. сосуд охранный (корпус);
10. крышка корпуса;
11. кольцо резиновое;
12. фильтр гидрофильный;
13. игла инъекционная;
14. панель.

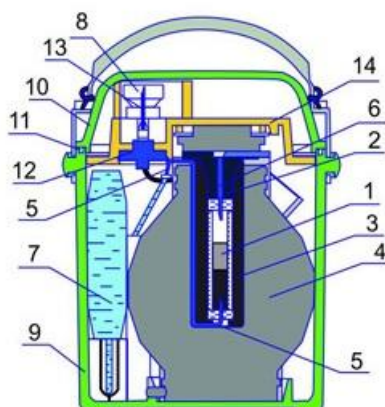


Рисунок 3. Компоненты генератора технеция

Анализ конструкций корпусов был проведен с помощью методов комбинаторного формообразования. Комбинаторика – это приемы нахождения различных соединений (комбинаций), сочетаний, размещений из данных элементов в определенном порядке. Комбинаторные (вариантные) методы формообразования применяются для выявления наибольшего разнообразия сочетаний ограниченного числа элементов. Сложность целостной формы, отвечающей множеству требований – функциональных, конструктивных, эстетических и др., затрудняет создание развитых комбинаторных систем «в чистом виде». При проектировании идея комбинаторики выступает лишь в качестве стимула – за основу формообразования берутся те элементы формы, из которых можно создать комбинаторную систему (геометрические, конструктивные, цветовые и др.). Принципиально важным обстоятельством для управления комбинаторным процессом является тот факт, что в комбинаторике всегда присутствуют два начала: постоянное и переменное. Постоянным началом комбинаторики служат идея, концепция

или схема, направляющая комбинаторный поиск [8] – концептуальная комбинаторика.

При поиске комбинаторного элемента должны решаться следующие основные задачи: неповторимость разнообразных композиционных приемов, декоративная и эстетическая ценность. Декоративный комбинаторный элемент должен вписываться в любую структуру, быть составной частью композиции. Поиск декоративного комбинаторного элемента на основе геометрических фигур с прямолинейными контурами является наиболее продуктивным. В природе встречаются самые разнообразные геометрические формы. Очень часто природа унифицирует геометрические конструкции – лепестки цветов, листья деревьев, семена злаков, чешуя рыб, панцири животных. Декоративный комбинаторный элемент на основе природного аналога с криволинейными контурами обладает меньшими формообразующими способностями. Формообразующие способности элементов зависят от их структурного типа (геометрических параметров), от степени регулярности его строения и уровня собственной симметрии. Наименьшие они у круга или криволинейного контура, велики у квадрата, правильного треугольника или прямоугольного контура [12].

Далее будут рассмотрены основные комбинаторные схемы расположения внутренних компонентов генератора технеция. Существует несколько комбинаторных схем, характеризующих расположение компонентов генератора технеция внутри корпуса, которые представлены ниже. В данных комбинаторных схемах деление внутренних компонентов генератора идет по трем блокам. В блок «Защитный контейнер с капсулой» входят колонка с радиоактивным веществом, пробка, гильза, защитный контейнер. В блок «Пакет с раствором» входят контейнер с раствором и линия элюэнта. В блок «Защитный флакон с обогащенным раствором» входят игла верхняя, флакон предохранительный с обогащенным раствором, фильтра гидрофильный, игла инъекционная, панель.

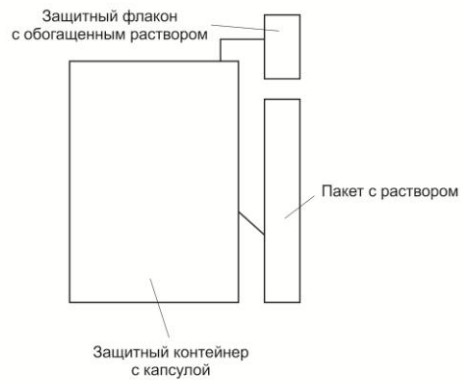


Рисунок 4. Комбинаторная схема 1

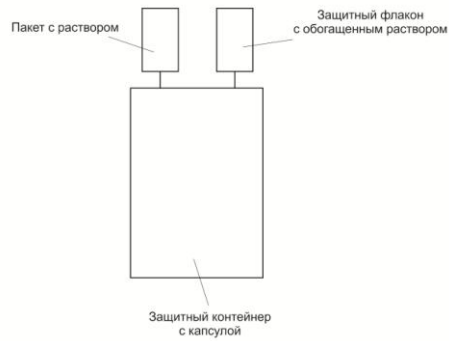


Рисунок 5. Комбинаторная схема 2



Рисунок 6. Комбинаторная схема 3

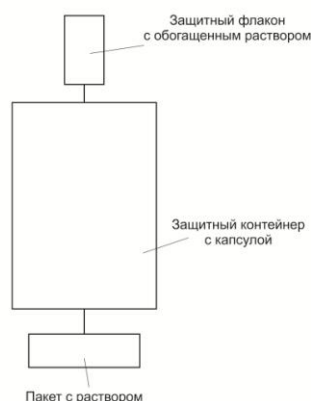


Рисунок 7. Комбинаторная схема 4

Наиболее часто используемая схема представлена на рисунке 2. Преимуществом данной схемы является относительная простота конструкции прибора. Однако данная комбинаторная схема является подходящей генераторам, где в качестве емкости для элюента используется пакет. Для данной схемы необходимо учитывать, что если корпус имеет цилиндрическую форму, то внутренние компоненты не занимают весь свободный объем корпуса, что ведет к перерасходу материалов при его производстве. В данном случае необходимо учитывать габариты внутренних компонентов, и наиболее оптимальной формой корпуса для данной комбинаторной схемы может являться овальная форма (добавить рисунок).



Рисунок 8. Примеры применения комбинаторной схемы 1

Следующая схема представлена на рисунке 3. Данная комбинаторная схема чаще всего используется при проектировании и изготовлении корпусов за рубежом, здесь в качестве контейнера для элюента используется флакон. Следовательно, внутреннее пространство корпуса рассчитывается лишь под защитный контейнер с капсулой, что позволяет сильно видоизменять форму корпуса, хотя на нее накладываются ограничения в виде объема

защитного контейнера. Флаконы с элюентом и элюатом располагаются на панели вне корпуса. Площадь данной панели должна быть достаточной для размещения флаконов, что также служит ограничением при проектировании корпуса изделия.



Рисунок 10. Примеры применения комбинаторной схемы 2

Следующая комбинаторная схема (рисунок 4) использовалась в прошлом при изготовлении корпусов генератора технеция. В данном случае в качестве емкостей для растворов выступали также флаконы. Данная комбинаторная схема имеет те же недостатки, что и схема под номером 1. В данном случае идет большой перерасход материала в силу малых объемов флаконов для растворов.



Рисунок 10. Примеры применения комбинаторной схемы 3

Последняя комбинаторная схема представлена на рисунке 5. Преимуществом представленной комбинаторной схемы является полное заполнение внутреннего пространства корпуса. Также за счет разделения внутреннего объема корпуса на отдельные секции идет фиксирование элементов в определенной позиции.



Рисунок 11. Пример применения комбинаторной схемы 4

Также необходимо провести анализ влияния на внешний вид различных материалов, составных частей корпуса и имиджевых элементов у корпусов генератора технеция.

В качестве материалов для изготовления корпуса генератора технеция выступают металл (вольфрам) или различные пластики (Например, ABS). На эстетичность корпуса и его функциональность влияют такие детали, как ручка, крышка корпуса и имиджевые элементы (логотип компании, руководство по эксплуатации, предостережения).

Далее необходимо рассмотреть функции и конструктивные особенности данных элементов.

Основной функцией ручки является перенос груза, в некоторых моделях ручка выступает также в качестве приспособления для пломбировки корпуса. Ручки, в зависимости от выполняемой функции, имеют различные конструктивные особенности.

Крышка предназначена для закрывания корпуса и сохранения целостности конфигурации внутренних компонентов генератора. Также крышка, как и корпус, имеет защитную функцию, а именно защита пользователя от радиации. Крышка является платформой для получения обогащенного раствора. На крышке либо на специальной панели находится углубление круглой формы, в центре которого расположена специальная игла, предназначенная для передачи обогащенного раствора во флакон, который надевается на данную иглу. Либо таких углублений может быть два, такая система используется в зарубежных корпусах, так как для таких моделей корпусов используется не пакет с небогащенным раствором, а флакон. Еще

крышка, как и ручка, используется в качестве одного из компонентов для пломбировки корпуса.

Имиджевые элементы, как видно из названия, отражают в себе фирменный стиль компании и имеют эстетическую функцию, а также содержат информацию об эксплуатации прибора, технике безопасности и т.д.

Сам корпус, в первую очередь, выполняет защитную функцию, ограждая пользователя от радиации, а также защищая внутренние компоненты от внешнего воздействия. Также корпус упорядочивает и фиксирует положение внутренних компонентов, в совокупности с ручкой сосредотачивает на себе нагрузку при переносе прибора, несет в себе эстетическую функцию.

Далее будут рассмотрены следующие примеры, представленные на рисунках ниже.



Рисунок 12. Российский корпус из пластика



Рисунок 13. Российский корпус из металла



Рисунок 14. Чешские корпуса из пластика с ручками из пластика и ткани



Рисунок 15. Немецкий корпус из пластика



Рисунок 16. Английский корпус из пластика



Рисунок 17. Зарубежный корпус из пластика

При рассмотрении корпуса генератора на рисунке 10 можно заметить, что в данном случае используется металлическая ручка с простыми и надежными крепежами на резьбе, что позволяет переносить большие нагрузки, имеющая специфическую форму. Такая форма ручки позволяет пломбировать крышку корпуса. На крышке имеется специальная ступенька с площадкой, на которую ложится ручка, и также на крышке предусмотрены два стопора, которые фиксируют положение ручки при переноске генератора. Крепление крышки к корпусу также довольно простое, напоминающее дверную петлю. Недостатком в данном случае может быть взаимодействие двух видов материала (пластик и металл).



На рисунке 11 представлен корпус генератора технеция из металла. В данном примере ручка, крышка и корпус созданы из одного материала. Ручка к корпусу крепится, как и в первом случае, на резьбу.

На рисунке 12 представлены корпуса из пластика, но в одном случае ручка корпуса также изготавливается из пластика, в другом случае система переноса изготовлена из очень прочной такни. В первом случае также имеется система для пломбировки корпуса. Для этого на крышке предусмотрен специальный уступ, куда опускается ручка. Форма ручки круглая, сверху имеется небольшое ребро жесткости, обеспечивающее в данном месте большую прочность конструкции ручки. Крепления, как и в первых двух случаях, представляют собой резьбовое соединение, только более компактное. Во втором случае ручка представляет собой особую систему в виде сетки из очень прочной брезентовой ткани. Такое соединение удешевляет изделие, придает большую эстетичность изделию. Однако минусом может послужить соединение полосок такни между собой, в данных местах идет наибольшая концентрация напряжений. То есть данный материал должен быть очень крепко соединен.

На рисунке 13 изображен корпус из пластика. В данном случае имеется необычная конструкция корпуса. Здесь имеется две стенки, которые создают воздушный зазор, предохраняющий внутренние компоненты от перепада температур и изолирующий их от прохождения тока. Между стенками находится лист свинца, предохраняющий от радиации. Внешняя стенка гладкая, сзади имеет одну отсеченную плоскость, что, сделано для удобства крепления крышки и для системы пломбирования. Внутренняя стенка имеет три модуля, в каждом из которых расположен один из трех основных групп компонентов. Своим видом эта часть конструкции корпуса напоминает «скелет», внутри которого, как «внутренние органы живых организмов», располагаются компоненты генератора технеция. Необходимо отметить, что внутри корпуса предусмотрены небольшие выступы, внутрь которых устанавливается защитный контейнер с капсулой. В свою очередь форма контейнера сильно

отличается от формы контейнеров в других корпусах. В данном случае контейнер имеет форму тела вращения со специальными выступами, которые служат для установки данного контейнера внутрь корпуса и препятствуют его перемещению. Форма ручки квадратная, высота ручки достаточно высокая, высота горизонтального ребра ручки больше, чем у вертикальных. Сама ручка полая, конструкция напоминает букву «П», внутри расположены горизонтальные ребра жесткости. Подобное решение сильно облегчает конструкцию корпуса в целом. Также на ручке предусмотрены специальные выступы цилиндрической формы, которые предназначены для фиксации положения ручки при переносе генератора и для пломбировки. На крышке для данных выступов присутствуют специальные пазы, в которые встраиваются выступы, а также две симметрично расположенные плоские площадки, выступающие в качестве направляющих.

Показанный на рисунке 14 корпус сделан из пластика. Данная конструкция имеет конусовидную форму тела вращения, которое опирается на небольшой выступ с уклоном. Спереди на корпусе имеется срез, который служит в качестве платформы для расположения логотипа компании. Во внутренней стороне корпуса располагается крепление для ручки. Ручка имеет округлую форму, на ней имеются небольшие ребра жесткости, обеспечивающий большую прочность конструкции ручки. Также имеется специальная площадка, на которой располагаются иглы и шланги и где имеются специальные отверстия для защелок, с помощью которых закрывается корпус. Если рассмотреть конструкцию корпуса, то можно заметить, что внутри по центру располагается углубление круглой формы со скошенными стенками, над которыми располагаются небольшие выступы. Это сделано для того, чтобы установить защитный контейнер с капсулой и препятствовать его перемещению внутри корпуса. Стоит отметить, что форма защитного контейнера данного генератора отличается от формы защитного контейнера российского генератора технеция (рисунок 10). В данном случае форма защитного контейнера более вытянутая имеет грушевидную форму,

является менее габаритной, имеет специальные выступы для установки внутрь корпуса.

На рисунке 15 также представлен пластиковый корпус генератора технеция. Его отличительной особенностью являются небольшие габариты, членение плоскостей корпуса посередине (высота крышки такая же, как и высота корпуса), которые обусловлено конструктивными особенностями ручки-слайдера. Такая конструкция ручки обеспечивает, во-первых, уменьшение габаритов корпуса, во-вторых, пломбировку генератора, а также имеет необычный внешний вид.

Проанализировав конструктивные особенности представленных выше моделей генератора технеция можно сделать вывод о том, что даже при разработке корпусов для приборов, относящихся к ядерной медицине, где имеется большое количество ограничений, связанных с обеспечением безопасности, имеется большое количество конструктивных и комбинаторных решений, позволяющих разнообразить внешний вид прибора, расположение внутренних компонентов генератора. Это зависит от размеров, формы, веса самостоятельных компонентов генератора технеция, а также материала, используемого для изготовления корпуса.

После проведения обзора аналогов и анализа их конструктивных особенностей были разработаны эскизы будущего изделия.

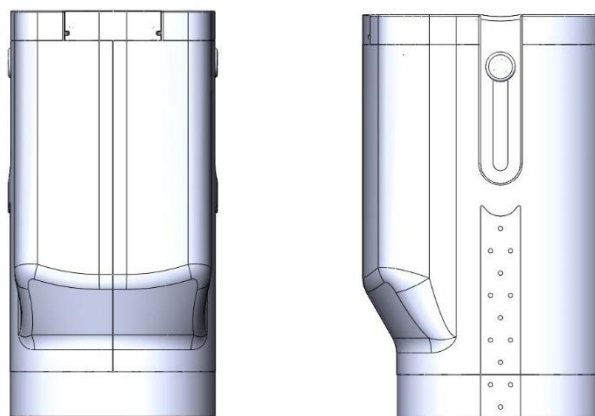


Рисунок 18. Эскизы корпусов генератора технеция-99м

### 3.2 3D – моделирование

Следующим этапом данной работы является 3D-моделирование изделия, которое проводилось с помощью программного продукта SolidWorks. Модель генератора технеция-99м отражает внешний вид, форму, реальные размеры и материал изделия. В данном случае демонстрируются две модели – для крупносерийного и мелкосерийного производства.

В целом о конструкции можно сказать следующее. Изделие делится на несколько основных частей: подставка, корпус, крышка, ручка. Подставка используется для установки в нее защитного контейнера

Рассмотрим модель, выполненную для технологии литья пластика под давлением в сложные формы.

В данном случае изделие делится на несколько частей

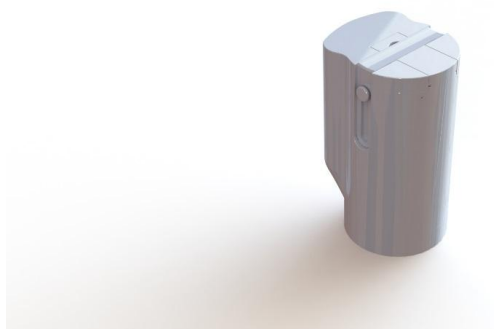


Рисунок 19. Трехмерная модель корпуса генератора технеция для крупносерийного производства.

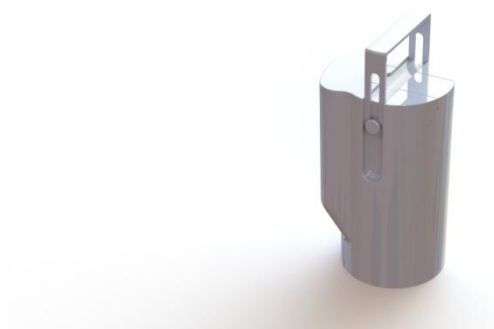


Рисунок 20. Трехмерная модель корпуса генератора технеция для мелкосерийного производства.

### **3.3 Прочностной анализ конструкции**

В данном пункте демонстрируется отчет о прочностных возможностях конструкции корпуса генератора технеция.



## 4.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Выбор материала

В данной работе для каждого варианта изделия, в зависимости от масштаба производства, выбирается определенный материал. Для мелкосерийного производства материалом для изготовления корпуса генератора технеция будет служить капролон. Для крупносерийного производства может использоваться ABS-пластик.

Капролон – (полиамид-6 блочный, ПА 6 блочный) - конструкционный полимер, обладающий хорошими антифрикционными свойствам, получаемый в процессе низкотемпературной анионной полимеризации капролактама, проводимой непосредственно в форме в присутствии щелочных катализаторов и активаторов. Капролон является полимерным материалом, имеющим белый цвет с небольшой желтизной, без запаха. Его оттенок часто меняется благодаря различным красителям или присадкам, добавляемым в процессе производства. Одним из основных свойств капролона считается его прочность, не уступающая стали, и широкий рабочий диапазон температур от -40 до +80. Это позволяет использовать его в разных климатических зонах, экстремальных условиях, агрессивных средах (морская вода, щелочные растворы и разбавленные кислоты, горючее, спирты). Данный материал не требует особой защиты от ультрафиолета. Капролон в 6-7 раз легче стали, а это значит, что изделия из него отличаются очень малым весом при большой прочности [14]. Полиамиды на основе капролактама (в том числе капролон) являются нетоксичными. При горении капролона также не выделяется токсичных продуктов [22].



Рисунок 21. Капролон [18].

Рассматриваемый материал выпускается в виде листов, стержней, блоков, заказных изделий. Капролон применяется для изготовления крупногабаритных толстостенных или мелкосерийных нестандартных изделий [14].

Материал подвергают всем видам механической обработки, что позволяет изготовить из него деталь с достаточно высоким классом точности поверхности. Капролон без проблем обрабатывается на обычных металлообрабатывающих станках. Разнообразные добавки меняют характеристики капролона. Кроме того, следует учитывать тот факт, что капролон может быть изготовлен методами экструзии или литья, и это также сказывается на его свойствах [13]. Так называемый "литьевой капролон", или экструзионный, получаемый из гранулированного сырья путем экструзии, имеет меньшую прочность на разрыв и меньшую износостойкость, чем синтезированный капролон, так как имеет меньшую молекулярную массу [15].

В качестве материала для производства корпуса генератора технеция для крупносерийного производства выступает ABS-пластик.

ABS-пластик – стойкая от ударов техническая термопластическая смола, образованная на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом (название пластика образовано из начальных букв наименований мономеров). Применяется при изготовлении крупных деталей автомобилей, различной бытовой и оргтехники (корпусов радио- и телеаппаратуры, пылесосов, кофеварок, телефонов, принтеров), мебели, канцелярских изделий, игрушек, медицинских принадлежностей и др [19].



Рисунок 22. ABS-пластик гранулированный [35].



Основными свойствами ABS-пластика являются непрозрачность (но есть модификация MABS – прозрачный материал), нетоксичность в нормальных условиях, широкий диапазон эксплуатационных температур (от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), долговечность в отсутствие прямых солнечных лучей и ультрафиолета, стойкость к щелочам и моющим средствам, влагостойкость, маслостойкость, кислотостойкость, теплостойкость, растворяется в сложных эфирах, кетонах, 1,2-дихлорэтаноле, ацетоне [21].

## **4.2 Технология изготовления**

### **Фрезерование корпуса из капролона.**

Для изготовления корпуса из капролона необходимо фрезеровать материал. При обработке капролона в качестве обрабатывающего инструмента используются инструменты из углеродистой или быстрорежущей стали или твердых сплавов. При длительной обработке предпочтительно брать инструменты с наконечниками из карбида вольфрама или с алмазной режущей кромкой.

Механическая обработка капролона принципиально та же, что и для металлов: резка заготовок, сверление, точение, фрезерование и т.п. Но специфические свойства капролона оказывают влияние на выбор конструкции режущего инструмента, режимов резания и технологической оснастки.

Сопротивление резанию у капролона небольшое, однако, в силу плохой теплопроводности и малой теплостойкости большие скорости не приемлемы, т.к. инструмент разогревается, капролон плавится, шов получается неровный, с заусенцами, возможно обугливание заготовок.

Учитывая плохую теплопроводность и сравнительно низкую (по сравнению с металлом) точку плавления капролона, необходимо свести тепловыделение при технической обработке до минимума. Избыточное тепло может привести к нежелательным последствиям: разрыву заготовки, заплыванию режущего инструмента.

Фрезерование выполняется на быстроходных, вертикальных, горизонтальных фрезерных металлообрабатывающих станках фрезами из быстрорежущей стали. Для фрезеровки капролона используют, как правило, торцевые фрезы, у которых  $\gamma=8-12^\circ$ ,  $\alpha=16-26^\circ$  при  $V_{рез.}=125-300$  м/мин. При высоких скоростях резания получается более чистая поверхность. Фрезерование капролона следует производить так, чтобы срезание стружки зубом начиналось при правом вращении фрезы, имеющей правую спираль и наоборот. Направление подачи должно совпадать с вращением фрезы (подача под зуб).

Для сверления в капролоне отверстий применяют стандартные спиральные и перовые сверла с измененной геометрией режущей части. Для получения хорошего качества поверхности стенок отверстия ширина ленточки должна равняться 0,15-0,3 мм. Длину ленточки делают равной толщине листа плюс 6-10 мм. Заточку сверл и шлифование ленточки производят на универсально-заточном станке в специальном приспособлении. После заточки и шлифования все режущие кромки сверла заправляют для снятия заусенцев и рисок. Обрабатываемый материал должен плотно прилегать к базовым поверхностям, обрабатываемая поверхность должна быть перпендикулярна сверлу. При сверлении капролона стандартными сверлами (для металла) наблюдается «затягивание» сверла в материал и его заедание. Этот недостаток устраняется, если сверло удовлетворяет следующим требованиям: угол наклона канавки  $15-17^\circ$ , угол при вершине до  $70^\circ$ , задний угол –  $4-8^\circ$ , при следующих режимах сверления подача  $S - 0,1-0,3$  мм/об,  $V$  резан. –  $20-50$  м/мин. Условия качественного сверления капролона: высокая частота вращения сверла, небольшие подачи и частый его подъем. При обработке отверстий необходимо применять сверла несколько большего (на 0,04-0,1 мм) диаметра, чем диаметр отверстия. Это позволяет учесть несоответствие размеров, получать отверстия необходимых размеров с учетом отклонений в результате упругой деформации материала, а также усадочных и релаксационных явлений в нем при повышении температуры за счет трения.

Отверстия большого диаметра лучше сверлить поэтапно. Начинать сверлом диаметром 8-12 мм, затем 25 мм с последующим доведением отверстия до необходимого размера. При сверлении или расточке сквозных отверстий для предотвращения отщеплений и отломов, при подходе к задней границе сверления скорость подачи должна быть снижена. Сильное давление при зажиме заготовки, неправильная заточка инструмента и несоблюдение рекомендаций по отводу тепла приводят к растрескиванию и последующему разрушению заготовки.

**Таблица 1.** Рекомендуемая геометрия инструмента и режимы обработки [15].

Вид обработки	Инструмент, его геометрия		Режим обработки	
			Скорость подачи, мм/об	Скорость резания, м/мин
Резка	Ножовки, дисковые пилы, ленточные пилы	Ширина 15÷25 мм, толщина 0,5÷1,0 мм, шаг зуба 0,8÷2,0 мм	ручная подача	15÷20 м/с
Точение	Резцы	$\gamma=15^{\circ}\div 20^{\circ}$ $\alpha=<20^{\circ}$ $\varphi=45^{\circ}$	черновая S до 0,5; чистовая S=0,1÷0,15	200÷300
Фрезерование	Фрезы P8, P19 торцевые, цилиндрические	$\gamma=8^{\circ}\div 12^{\circ}$ $\alpha=16^{\circ}\div 26^{\circ}$	0,1÷0,3	125÷300
Сверление	Сверла и спирально-циркуляционные резцы	$\gamma=15^{\circ}\div 17^{\circ}$ $\alpha=4^{\circ}\div 8^{\circ}$ $\varphi=65^{\circ}\div 90^{\circ}$	0,1÷0,3	20÷50

Нарезание резьбы. Небольшие внутренние и наружные резьбы нарезают стандартными плашками и метчиками из быстрорежущей стали при скорости 12-20 об/мин и смазке маслом или мыльным раствором. У метчиков должен быть передний угол отрицательным  $\gamma = - (5-10^{\circ})$ , а канавки с целью повышения срока службы инструмента должны полироваться и хромироваться [15].

Говоря о допусках, стоит сказать, что допуски при обработке для деталей из полимерных материалов обычно значительно шире, чем для металлических деталей. Это обусловлено большим коэффициентом теплового расширения и возможными деформациями, вызванными внутренними напряжениями во время и после обработки. Как правило, для токарных и фрезерных работ допуск на обработку должен составлять от 0,1 до 0,2% от номинального размера. Минимальный допуск для малых размеров составляет 0,05 мм [15].

#### **Литье ABS-пластика по давлением.**

Литье пластмасс под давлением — наиболее распространенный и прогрессивный метод переработки пластмасс, позволяющий получать пластиковые изделия сложной конфигурации. Данная технология основана на пластикации (расплавлении) гранулированного материала, его перемещения под высоким давлением в формующую полость формы и уплотнением расплава за счет давления с последующим охлаждением [23].

В данном случае литье пластмасс осуществляется в несколько сложных форм. При этом корпус генератора состоит из двух частей, изготавливаемых в двух формах.

### **4.3 Сборка изделия**

Схема сборки выглядит следующим образом:



## 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

### Введение

В данном разделе ВКР выполняется анализ и расчёт основных параметров для реализации конкурентоспособных изделий, которые приносят доход, но и отвечают современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Продуктом, для запуска на рынок, является корпус генератора технеция-99м.

Стоит отметить, что продукт должен привлекать внимание потребителя новаторским подходом, эстетическими качествами, быть при этом функциональным и эргономичным, и что самое главное - иметь способность выдерживать конкуренцию на рынке.

Тема является актуальной по причине того, что на данный момент времени производится большое количество однотипных изделий, а значит оригинальные идеи нужны покупателю. Но на рынок должен поставляться качественный, безопасный и на сто процентов успешный товар.

Для того чтобы решить задачи, связанные с финансовой оценкой продукта, его ресурсоэффективностью и ресурсосбережением, в экономическом разделе ВКР нужно:

- провести анализ и исследования рынка покупателей;
- рассмотреть и исследовать разработки конкурентных решений;
- провести QuaD-анализ;
- провести SWOT-анализ;
- подобрать возможные альтернативы научного исследования;
- провести планирование НИР

## **5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Произведем анализ рынка потенциальных потребителей. Данное изделие предназначено в первую очередь для использования в больницах, центрах диагностики людьми, имеющими образование в сфере медицины. Таким образом можно выделить одного потенциального заказчика, который представляет собой организацию (учредитель/владелец организации). Производство данного изделия включает в себя сложные элементы, которые могут быть изготовлены посредством относительно дорогих технологий. Данный вид изделия может изготавливаться как для мелкосерийного, так и для крупносерийного производства. Таким образом, это изделие будет иметь достаточно высокую, но приемлемую цену.

Таким образом, данное изделие направлено на продажи преимущественно юридическим лицам, где критерием сегментирования являются такие параметры как месторасположение; отрасль; размер организации. В связи с этим строится карта сегментирования рынка.

**Таблица 2 – Карта сегментирования рынка (организации)**

<b>Размер организации</b>	<b>Отрасль</b>
	Ядерная медицина
Крупная	
Средняя	
Мелкая	

Таким образом, видно на какие сегменты рынка будет сделан упор производителя данного изделия.

### **5.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Важно произвести анализ конкурентных разработок для того, чтобы иметь возможность оценить возможность составить конкуренцию другим производителям подобной продукции. В функциональном плане данное

изделие имеет аналоги в России, Странах Европы, США. Результаты анализа конкурентоспособности приведены в таблице 3. В данной таблице были рассмотрены два основных конкурента, а именно российский и английский корпуса генератора технеция-99м.



Рисунок 23. Российский генератор технеция-99м, филиал ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»



Рисунок 24. Английский генератор технеция-99м, компания «Drytec»

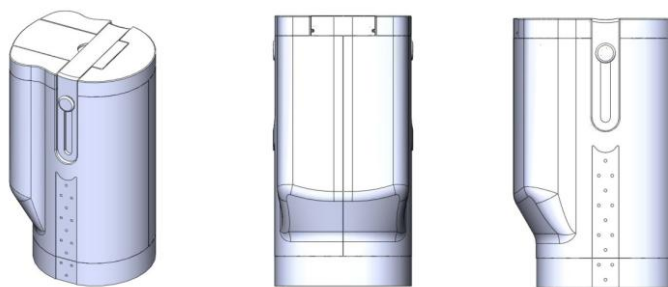


Рисунок 25. Разрабатываемый корпус генератора технеция-99м



**Таблица 3** - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Все критерии	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,036	5	2	2	0,4	0,12	0,12
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,021	5	5	5	0,035	0,035	0,035
3. Надежность	0,065	4	5	4	0,2	0,25	0,2
4. Безопасность	0,11	5	5	5	0,44	0,44	0,55
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
6. Простота эксплуатации	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
7. Эстетика	0,17	5	4	5	0,85	0,68	0,85
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукт	0,055	5	4	5	0,2	0,16	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,043	4	4	5	0,172	0,172	0,215
3. Цена	0,13	4	5	4	0,52	0,65	0,52
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	5	4	0,43	0,5	0,43
5. Послепродажное обслуживание	0,07	3	3	3	0,15	0,15	0,15
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>51</b>	<b>50</b>	<b>4,35</b>	<b>4,01</b>	<b>4,07</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum Vi \cdot Bi ,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

Vi – вес показателя (в долях единицы);

Bi – балл i-го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, можно сделать сравнение между российскими и европейскими корпусами прибора, и далее сопоставить сравнение с имеющейся разработкой. Для российских корпусов, в том числе для представленного на рисунке 1, характерны следующие преимущества: прочность, долговечность, простота обслуживания, простота транспортировки, возможность пломбирования генератора, более простые конструктивные решения. Недостатком является неэстетичность корпуса. По качеству данные корпуса не уступают западным. На конкурентоспособность российских генераторов также неблагоприятно влияет российское законодательство, так как для распространения корпусов по всей стране необходимо приобретение лицензий для авиакомпаний и аэропортов. Однако из-за небольших партий и редких перевозок покупать лицензию ни российским авиакомпаниям, ни российским аэропортам не выгодно. Вследствие этого данную нишу завоевывают западные приборы, так как срок службы у них короче, возить данные приборы нужно чаще, партии больше, поэтому для авиакомпаний это гораздо выгоднее.

Говоря о достоинствах западных аналогов, в том числе и о корпусе компании «Drytec», который представлен на рисунке 2, стоит отметить такие плюсы, как эстетичность, удобство в расположении емкостей для растворов, удобство в использовании, простота транспортировки. К минусам относятся меньший срок службы в сравнении с российскими корпусами, более высокая стоимость, требуется более высокая квалификация персонала для работы с западными генераторами, более сложные конструктивные решения, сделанные в пользу внешнего вида прибора. Однако они не являются убыточными, так как, методы радиоизотопной диагностики и лечения пользуются на западе большим спросом, вследствие чего необходимо производить больше генераторов.

После проведения анализа было принято решение создать наиболее оптимальный вариант, учитывающий достоинства и недостатки аналогичных изделий. Основными плюсами разрабатываемой модели являются съемность

корпуса, что способствует более простой разборке генератора без приложения больших усилий, крышка-слайдер, позволяющая закачивать раствор, не обнажая внутренних компонентов генератора, эстетичная форма, отсутствие лишнего места внутри корпуса, точное расположение компонентов корпуса, ручка-слайдер, уменьшающая объем конструкции в сложенном состоянии и способствующая пломбировке корпуса. К недостаткам можно отнести сложность конструкции и технологического процесса изготовления изделия, относительная дороговизна. Однако, сравнивая достоинства и недостатки изготавливаемого корпуса с уже имеющимися аналогами, можно сделать вывод, что модель разрабатываемого корпуса приближена к западным аналогам и вполне способна конкурировать на рынке.

### 5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality Advisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющая принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений, описанных в разделе 1.2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по технологии QuaD представлена в таблице 4.

**Таблица 4** – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1.Эстетичность	0,1	95	100	0,95	9,5
2.Надежность	0,1	95	100	0,95	9,5
3.Уровень материалоемкости	0,03	70	100	0,8	2,1

разработки					
6.Уровень шума	0,05	91	100	0,91	4,55
7.Безопасность	0,1	95	100	0,95	9,5
8.Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	93	100	0,93	7,44
10.Простота эксплуатации	0,07	92	100	0,92	6,44
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
11.Конкурентоспособность продукта	0,08	93	100	0,93	7,44
14.Перспективность рынка	0,08	93	100	0,93	7,44
15.Цена	0,035	81	100	0,81	2,835
16.Финансовая эффективность научной разработки	0,1	95	100	0,95	9,5
17.Срок выхода на рынок	0,085	94	100	0,94	7,99
18.Наличие сертификации разработки	0,09	94	100	0,94	8,46
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>1181</b>		<b>11,81</b>	<b>92,695</b>

Оценка качества перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \times B_i, \text{ где}$$

$P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

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

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

По результатам расчетов выяснилось, что разработка является перспективной, т.к.  $P_{cp}$  лежит в интервале от 80 до 100.

### 5.1.4 SWOT–анализ

SWOT–анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

**Таблица 5 – Матрица SWOT**

	<u>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</u> <b>С1-</b> Высокие художественно-эстетические характеристики <b>С2-</b> Функциональность изделия <b>С3-</b> Новаторство в данной сфере изделий	<u>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</u> <b>СЛ1-</b> Относительно высокая стоимость разработки и производства
<u>Возможности:</u> <b>В1-</b> Завоевание новых рынков в связи с удешевлением производства <b>В2-</b> Расширение функционала	<u>Направления развития:</u> <b>В2С2-</b> Расширение функционала привлечет широкий круг покупателей <b>В1С3-</b> Инновационные разработки привлекут новых покупателей и заказчиков	<u>Сдерживающие факторы:</u> <b>В1СЛ1-</b> Возможное изобретение более производительных и дешевых способов производства положительно скажутся на цене изделия
<u>Угрозы:</u> <b>У1-</b> Введение доп. государственных требований к сертификации продукции <b>У2-</b> Появление аналогичных разработок	<u>Угрозы развития:</u> <b>У1С2-</b> Некоторый функционал может стать недоступен из-за нововведений в требованиях сертификации <b>У2С3-</b> Появление аналогов приведёт к утрате оригинальности идеи данной разработки	<u>Уязвимости:</u> <b>У1СЛ1-</b> Введение дополнительных требований к сертификации усложнит и без того сложный технологический процесс <b>У2СЛ2-</b> Появление похожей разработки с отсутствием проблем с

		эксплуатацией
--	--	---------------

Второй этап SWOT –анализа заключается в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта, отражающую различные комбинации взаимосвязей областей матрицы SWOT. Соотношения данных параметров представлены в таблицах 6=9.

**Таблица 6 - Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей**

		Сильные стороны		
		C1	C2	C3
Возможности проекта	B1	-	-	+
	B2	-	+	-

**Таблица 7 - Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей**

		Слабые стороны	
		СЛ1	
Возможности проекта	B1	+	
	B2	-	

**Таблица 8 - Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз**

		Сильные стороны		
		C1	C2	C3
Угрозы проекта	У1	+	+	-
	У2	-	-	+

**Таблица 9 - Интерактивная матрица для слабых сторон угроз**

		Слабые стороны	
		СЛ1	СЛ2
Угрозы проекта	У1	+	-
	У2	-	+

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей и т.д. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

## 5.2. Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках ВКР;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление примерного времени продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Выполнение данной бакалаврской работы не требует большого количества участников. В рабочую группу входит научный руководитель и студент. В данном разделе была составлена таблица, отражающая примерный порядок этапов выполнения выбранного научного исследования, а также распределения исполнителей по видам работ.

**Таблица 10** - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

<b>Основные этапы</b>	<b>№ Раб</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Должность исполнителя</b>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы технического задания	Научный руководитель
Выбор направлений исследований	2	Изучение материалов по теме	Студент
	3	Патентное исследование	Студент
	4	Выбор направления исследования	Научный руководитель и студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель и студент
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Подбор материалов	Студент
	7	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	8	Разработка внешнего вида изделия, дизайн	Студент
Оформление отчета по ВКР	9	Составление пояснительной записки	Студент
Подведение итогов работы	10	Утверждение содержания пояснительной записки,	Научный руководитель

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. В данном разделе рассчитана трудоемкость для каждого члена рабочей группы. Трудоемкость работ можно оценить экспертным путем в человеко-днях. Следует понимать, что такая оценка носит вероятностный характер и не предусматривает некоторые факторы, влияющие на процесс работы того или иного участника. Ожидаемое значение трудоемкости  $t_{ожі}$  рассчитывается по

формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \text{ где}$$

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Вычислив ожидаемую трудоемкость работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$  с учетом параллельности выполнения работы несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \text{ где}$$

$T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел. Результаты вычислений занесены в таблицу 11. Здесь Исп1 – исполнение корпуса для крупносерийного производства.

**Таблица 11** - Временные показатели научного исследования



№	Содержание работ	Мин. время выполнения (дни)	Макс. время выполнения (дни)	Ожидаемая трудоемкость выполнения, $t_{ожі}$	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
		Исп1	Исп1	Исп1	Исп1	Исп1
1	Разработка ТЗ (Р)	1	2	1,4	1,4	1,96
2	Изучение материалов (С)	1	2	1,4	1,4	1,96
3	Патентное исследование (С)	2	2	2,4	2,4	3
4	Выбор направления исследования (Р+С)	1	2	1,4	0,7	1
5	Календарное планирование работ по теме (Р+С)	1	4	1,4	0,7	1
6	Подбор материалов (С)	3	8	3,4	3,4	4,76
7	Проведение теоретических расчетов (С)	7	5	7,4	7,4	10,36
8	Разработка внешнего вида изделия, дизайн (С)	4	12	4,8	4,8	6,16
9	Составление пояснительной записки (С)	10	2	10,8	10,8	15,12
10	Утверждение содержания пояснительной записки, оценка проведенной работы (Р)	1	2	1,4	1,4	1,96
ИТОГО					35	47

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.

В данной части раздела необходимо наглядно привести график проведения научных работ по теме ВКР. Наиболее подходящим для этого является форма диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором каждый вид работы по теме представляется протяженным во времени отрезком, характеризующимся датой начала и окончания выполнения данной работы. Для удобства, необходимо длительность каждой из работ из рабочих дней перевести в календарные дни, воспользовавшись следующей формулой:

$$T_{Ki} = T_{Pi} \cdot k_{\text{кал}} , \text{ где}$$

$T_{Ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{Pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности. Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$



$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 102 - 15} = 1,4 , \text{ где}$$

$T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году. Рассчитанные значения необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения занесены в таблицу 12. На основе таблицы 11 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

**Таблица 12** - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>Ki</sub> кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февр.		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Разработка ТЗ	Руководитель	4														
2	Изучение материалов	Студент	6														
3	Патентное исслед.	Студент	7														
4	Выбор напр-я исслед.	Руководитель и студент	1														
5	Календарное планир. по теме	Руководитель и студент	2														
6	Подбор материалов	Студент	9														
7	Проведение теорет. расчетов	Студент	16														
8	Разработка внешнего вида изделия	Студент	12														
9	Оформление отчета	Студент	23														
10	Подведение итогов работы	Руководитель	2														

 - Научный руководитель

 - Студент

#### 5.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета ВКР должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета затраты делятся на следующие группы: материальные затраты НТИ; затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ; основная заработная плата исполнителей темы; дополнительная заработная плата исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); затраты научные и производственные командировки; контрагентные расходы.

### 5.2.5. Расчет материальных затрат НИИ

Материальные затраты на выполнение ВКР формируются исходя из стоимости всех материалов, используемых при разработке проекта (приобретаемые сырье и материалы, запасные запчасти для ремонта оборудования, упаковка и т.д.). Помимо вышеперечисленных затрат, в материальные затраты также включаются затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. В данном разделе, их учет ведется только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расх\ i}, \text{ где}$$

$m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 13.

**Таблица 13** - Материальные затраты для данной разработки

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на мат-лы, $Z_m$ , руб.
ABS-пластик	кг	7	5714	39998
Электричество	кВт	105	2.40	252
Бумага	лист	120	0,41	57
Печать	лист	100	1,9	190
Итого				40497

## Основная заработная плата исполнителей темы

Эта часть раздела направлена на расчет основной заработной платы для каждого члена рабочей группы. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

$$Z_{зп} = Z_{дн} \times Z_{доп}, \text{ где}$$

$Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p, \text{ где}$$

$Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 6).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{зпi} = \frac{D + D \times K}{F}, \text{ где}$$

$D$  - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы),  $K$  - районный коэффициент (для Томска – 30%),  $F$  – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Оклад руководителя и координатора от ТПУ составляет 14 584 рубля.

Оклад дипломника составляет 2 275руб.

Среднедневная заработная плата для руководителя:

$$Z_{зп1} = \frac{14584 + 14584 \times 0,3}{22} = 861,8 \text{ руб.}$$

Для дипломника:

$$Z_{зп1} = \frac{2275 + 2275 \times 0,3}{22} = 134,4 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$Z_{\text{осн.зп}} = \sum t_i \times Z_{\text{зп}i}, \text{ где}$$

$t_i$  - затраты труда, необходимые для выполнения  $i$ -го вида работ, в рабочих днях,

$Z_{\text{зп}i}$  - среднедневная заработная плата работника, выполняющего  $i$ -ый вид работ, (руб./день).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 14.

**Таблица 15** - Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя з/п, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.	Основная з/п, руб.
			Исп.1	Исп.1
Руководитель	14 584	861,9	3,7	3189
Студент	2 275	134,4	35,5	4771,2
Итого				7960,2

### **Дополнительная заработная плата исполнителей темы**

Дополнительную заработную плату рабочей группы устанавливают, с учетом величины предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат по особым случаям: отклонение от нормальных условий труда, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.

Расчет дополнительной заработной платы производится по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}}, \text{ где}$$

$k_{\text{доп}}$  - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет заработной платы равен:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

**Таблица 15** - Расчет дополнительной и обычной заработной платы

Исполнитель	Основная з/п, руб.	$k_{\text{доп}}$	Дополнительная з/п, руб.	Заработная плата, руб.
	Исп.1		Исп.1	Исп.1
Руководитель	3189	0,15	478	3667
Студент	4771,2		715,7	5486,9
Итого			1193,7	9153,9

### Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Данная часть раздела рассматривает обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам. Отчисления производятся органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \text{ где}$$

$k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (ПФ, ФСС и пр.).

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (Таблица 16).

**Таблица 16** - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	$k_{\text{внеб.}}, \%$	Заработная плата, руб.	Страховые взносы, руб.
		И.1	И.1
Руководитель	30	3667	1100
Студент		5487	1646
Итого			2746

## Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат на проведение научно-исследовательской работы по теме ВКР является основой для формирования бюджета проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 17.

**Таблица 17** - Расчет бюджета затрат НИИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.
	Исп.1
1. Материальные затраты НИИ	40497
2. Затраты по основной з/п	7960,2
3. Затраты по дополнительной з/п	9153,9
4. Отчисления во внебюджетные фонды	2746
6. Бюджет затрат НИИ	73633

### Вывод

В результате проделанной работы были выполнены анализ и расчет основных параметров для реализации успешного конкурентоспособного изделия – генератора технеция-99м.

В ходе работы над частью выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проанализирован рынок потребителей для изготавливаемой продукции и проведен анализ конкурентных технических решений. Проведен SWOT-анализ, выявлен коммерческий потенциал разработки. Был обозначен календарный план-график выполнения работ и в соответствии с ним были посчитаны основная, дополнительная и обычная заработные платы для руководителя и исполнителя. Также были рассчитаны материальные затраты для исполнения и финансовая и ресурсоэффективность. Бюджет затрат научно-технического исследования составил 73633 рублей.



## **6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данной бакалаврской работы является разработка корпуса генератора технеция-99м. Разработка включает в себя такие этапы, как эскизирование, проектирование, 3D-моделирование, расчет конструкции на прочность. Целью раздела является выявление возможных вредных и опасных факторов технологического процесса производства пластмассовых изделий, создание безопасных условий труда для рабочих, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для ЧС, а также изучение вопроса охраны окружающей среды, в связи с данной производственной деятельностью. Вопросы экологической и производственной безопасности рассматриваются с позиции мастера, непосредственно связанного с такими процессами производства изделия как: литье и фрезерование пластмасс, процесс изготовления изделий из резины, сверление отверстий. Рабочим местом мастера является мастерская или цех, где проводится основная часть всех работ. Производственная среда, организация рабочего места должны соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

### **6.1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

#### **6.1.1. Анализ вредных факторов, возникающих при разработке и эксплуатации корпуса генератора технеция-99м**

К производствам повышенной опасности можно отнести некоторые этапы работы по созданию частей корпуса генератора, такие как литье, фрезерование пластмасс, вулканизация резины, сверление отверстий. В рамках изготовления изделия, представленного в данной работе, можно выделить следующие опасные и вредные факторы (**таблица 18**):

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы	Нормативные документы
Работа за компьютером	<p><i>Физические:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Отсутствие или недостаток естественного света;</li> <li>-Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>-Повышенная яркость света;</li> <li>-Пониженная контрастность;</li> <li>-Электрический ток</li> </ul> <p><i>Психофизиологические:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Умственное перенапряжение;</li> <li>-Монотонность труда</li> </ul>	ГОСТ 12.2.032 ССБТ. «Рабочее место, при выполнении работ сидя». СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».
Работа в цеху: 1. Литьё пластмасс 2. Фрезерование пластмасс 3. Вулканизация резины	<p><i>Физические:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Движущиеся машины и механизмы;</li> <li>-Подвижные части производственного оборудования;</li> <li>-Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>-Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</li> <li>-Повышенный уровень шума и вибраций на рабочем месте;</li> <li>-Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;</li> <li>-Электрический ток</li> </ul> <p><i>Химические:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Токсические и</li> </ul>	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» СанПиН 2.2.4-548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» СанПиН 2.2.42.1.8.566-96 «Допустимые уровни вибрации на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий» ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования». ГОСТэ12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.3.008-75 «Производство покрытий металлических и неметаллических неорганических

	раздражающие, попадающие через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки. <i>Психофизиологические:</i> -Статические физические перегрузки	Общие требования безопасности» ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные Требования безопасности»
--	---	---

Существуют основные вредные и опасные факторы применимые к данной разработке (Табл.19) и меры из предотвращения:

**Таблица 19.** Опасные и вредные факторы при производстве комплектующих деталей корпуса генератора технеция и способы защиты.

<b>Производство</b>	<b>Вредные и опасные факторы</b>	<b>Меры защиты</b>
Литье пластмасс	Повышенное выделение тепла оборудованием	Спецодежда, организация вентиляции помещения
	Загрязнение воздуха пылью	Организация вентиляции помещения, индивидуальные средства защиты (маски, очки)
	Повышенный уровень шума	Использование звукопоглощающих покрытий, защитных кожухов, перфорированных экранов, упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)
	Токсичные компоненты производства	Ограничение контактов рабочих с используемыми и получаемыми продуктами путем осуществления производственных процессов в герметизированном оборудовании с дистанционным управлением, применение защитной одежды, защитных паст, противогазов или респираторов, обеспечение

		рабочих гигиеническим душем по окончании смены
	Инфракрасная радиация	Теплоизоляция горячих поверхностей, охлаждение теплоизлучающих поверхностей, удаление рабочих от места излучения (защита расстоянием), автоматизация (механизация) производственных процессов, применение аэрации, воздушного душирования, экранирование источника излучения, применение кабин и ограждений, применение средств индивидуальной защиты
	Движущиеся части машин и механизмов	Размещение механизмов таким образом, чтобы не возникла возможность получения травмы, применение предупреждающих или защитных средств (заслоны, предупреждающие знаки)
Фрезерование	Повышенное выделение тепла оборудованием	Спецодежда, организация вентиляции помещения
	Загрязнение воздуха пылью	Организация вентиляции помещения, индивидуальные средства защиты (маски, очки)
	Повышенный уровень шума	Использование звукопоглощающих покрытий, защитных кожухов, перфорированных экранов, упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)
	Токсичные компоненты производства	Ограничение контактов рабочих с используемыми и получаемыми продуктами

		<p>путем осуществления производственных процессов в герметизированном оборудовании с дистанционным управлением, применение защитной одежды, защитных паст, противогазов или респираторов, обеспечение рабочих гигиеническим душем по окончании смены</p>
	<p>Получение стружки (причина травм при работе на станке, его уборке)</p>	<p>Использование очков и респираторов при работе на станке, а также использование перчаток и средств для уборки стружки</p>
	<p>Вращающийся инструмент (травмирование пальцев или кисти рук вследствие их захвата вращающимся инструментом)</p>	<p>Перед пуском станка необходимо убрать со стола станка инструмент и оставшиеся крепежные приспособления, подвести к фрезе трубку с охлаждающей эмульсией, поставить на место защитный кожух (экран), после чего приступить к обработке детали. Перед установкой на станок необходимо очистить от стружки и масла обрабатываемые детали и приспособления, особенно соприкасающиеся их базовые и крепежные поверхности. Это позволит обеспечить правильную установку и прочность крепления детали. Детали необходимо закреплять в местах, находящихся, по возможности, ближе к обрабатываемой поверхности.</p>
<p>Производство изделий из резины</p>	<p>Используемые материалы (бензин, резиновый клей, возникающая при</p>	<p>Ограничение контактов рабочих с используемыми и получаемыми продуктами</p>

	<p>шероховке камер резинотканевая пыль, выделяющиеся при нагреве резины выше 418 К сероорганические соединения) оказывают вредное воздействие на организм человека</p>	<p>путем осуществления производственных процессов в герметизированном оборудовании с дистанционным управлением, применение защитной одежды, защитных паст, противогазов или респираторов, обеспечение рабочих гигиеническим душем по окончании смены</p>
	<p>Пары материалов, используемых для изготовления изделий из резины, являются пожаро- и взрывоопасными</p>	<p>Изоляция помещений и установка приточно-вытяжной вентиляции. Вентиляторы вытяжных систем, силовое и другое электрооборудование на участке должны быть во взрывобезопасном исполнении. Шероховальные станки оборудуют устройствами для отсоса пыли, заземляют, а вращающиеся части ограждают. Столы покрывают ровным и гладким оцинкованным железом. Кромку стола со стороны рабочего места обивают полосой мягкой резины толщиной 6...8 мм. Для уменьшения тепловыделений и предохранения обслуживающего персонала от ожогов горячие нерабочие поверхности вулканизационных аппаратов и паропроводов теплоизолируют. Бензин и клей хранят на специальном складе. В производственном помещении на рабочем месте допускается их наличие в</p>

		количестве, не превышающем трехчасовой потребности в этих материалах.
	Загрязнение воздуха пылью	Организация вентиляции помещения, индивидуальные средства защиты (маски, очки)
	Повышенное выделение тепла оборудованием	Спецодежда, организация вентиляции помещения

## **ПЭВМ**

Факторы, возникающие при работе на ПЭВМ, могут привести к нарушению функционального состояния зрительного анализатора и центральной нервной системы. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 для снижения нагрузки на органы зрения пользователя при работе на ПЭВМ необходимо соблюдать следующие условия зрительной работы: При работе на ПЭВМ пользователь выполняет работу высокой точности, при минимальном размере объекта различения 0,3-0,5мм (толщина символа на экране), разряда работы III, подразряда работы Г (экран - фон светлый, символ - объект различения - темный или наоборот), следовательно,

- Естественное боковое освещение должно составлять 2%, комбинированное искусственное освещение - 400 лк, при общем освещении - 200 лк.
- Уровень освещенности рабочих мест должен соответствовать характеру выполняемой работы
- Распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве должно быть достаточно равномерным
- Должно обеспечиваться отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (блескость - повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая ослепленность)
- В качестве средств индивидуальной защиты рекомендуется ношение очков с особым покрытием. Покрытие наносится с целью задержки вредных для глаз

областей спектра, излучаемых монитором, а также защиты глаз от постоянного его мерцания.

Выполнение многих операций требует длительного нахождения в позах, требующих длительного статического напряжения мышц спины шеи, рук, ног, что приводит к их утомлению и появлению специфических жалоб. Для предотвращения появления неприятных ощущений рекомендуется использовать эргономичную мебель. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03: конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков. Средство коллективной и индивидуальной защиты – установка источников освещения по СП 52.13330.2011.

### **Микроклимат производственных помещений**

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Не имея возможности эффективно влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, люди располагают качественными системами управления факторами воздушной среды внутри производственных помещений. Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей (ГОСТ 12.1.005 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны").



Требования этого государственного стандарта установлены для рабочих зон — пространств высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного и временного пребывания работающих. Постоянным считают рабочее место, на котором человек находится более 50 % рабочего времени (или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона. Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые (комплекс климатообразующих факторов данной местности) и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей и животных в помещении и др.). Для поддержания параметров воздушной среды рабочих зон в пределах гигиенических норм решающее значение принадлежит факторам второй группы. ГОСТ 12.1.005 установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия. Данные работы можно отнести к работам средней тяжести с затратой энергии 175...232 Вт (категория Па), связанным с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей.

**Таблица 20.** Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Іб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Іа (175 - 232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	Іб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	ІІІ (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

### **Станок для литья пластмасс**

Основные опасности при работе в литейном цеху: электроопасность, термоопасность, опасность механического травмирования. На предприятии должен быть организован трёхступенчатый контроль техники безопасности, должны быть инструкции по охране труда для работников цеха. Для профилактики травм и защиты труда литейщиков на производстве должны быть приняты следующие меры: регулярно проводится технические осмотры машин, работающий в цеху персонал должен иметь спецодежду, спецобувь. Литейные машины оборудованы специальными устройствами, обеспечивающими безопасность работы при соблюдении правил их эксплуатации (дверцы, защитные клапаны, заземление и др.).

### **Фрезерный станок**

Работа на фрезерных станках может сопровождаться наличием ряда вредных и опасных производственных факторов, в том числе:

- электрический ток;
- мелкая стружка и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости;
- отлетающие кусочки металла;
- высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента;
- повышенный уровень вибрации;
- движущиеся машины и механизмы, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;

- недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной блескости, повышенная пульсация светового потока.

К самостоятельной работе на фрезерных станках допускается обученный персонал, прошедший медицинский осмотр, инструктаж по охране труда на рабочем месте, ознакомленный с правилами пожарной безопасности и усвоивший безопасные приемы работы. Фрезеровщику разрешается работать только на станках, к которым он допущен, и выполнять работу, которая поручена ему руководителем цеха (участка). Рабочий, обслуживающий фрезерные станки, должен иметь: костюм хлопчатобумажный или полукombineзон, очки защитные, ботинки юфтевые. Если пол скользкий (облит маслом, эмульсией), рабочий обязан потребовать, чтобы его посыпали опилками, или сделать это самому. Фрезеровщику запрещается:

- работать при отсутствии на полу под ногами деревянной решетки по длине станка, исключающей попадание обуви между рейками и обеспечивающей свободное прохождение стружки;
- работать на станке с оборванным заземляющим проводом, а также при отсутствии или неисправности блокировочных устройств;
- стоять и проходить под поднятым грузом;
- проходить в местах, не предназначенных для прохода людей;
- заходить без разрешения за ограждения технологического оборудования;
- снимать ограждения опасных зон работающего оборудования;
- мыть руки в эмульсии, масле, керосине и вытирать их обтирочными концами, загрязненными стружкой.

О всяком несчастном случае немедленно поставить в известность мастера и обратиться в медицинский пункт.

### **Производство резиновых изделий**

К работе на вулканизационных аппаратах допускают лиц, имеющих удостоверение на производство этих работ. Основные опасности при работе на предприятии по производству резиновых изделий: электроопасность, термоопасность, опасность механического травмирования, пожаро- и

взрывоопасность материалов. На предприятии должен быть организован трёхступенчатый контроль техники безопасности, должны быть инструкции по охране труда для работников цеха. Для профилактики травм и защиты труда на производстве должны быть приняты следующие меры: регулярно проводится технические осмотры машин, работающих в цеху персонал должен иметь спецодежду, спецобувь.

### 6.1.2. Анализ опасных факторов, возникающих при разработке и эксплуатации корпуса генератора технеция

**Таблица 21.** Опасные факторы, их возможные источники и меры защиты.

Факторы	Возможные источники и меры безопасности
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Источником опасности могут стать инструменты используемые при нарезке пластмассы, гофрокартона и проволоки, а также кромки нарезаемых материалов. Для обеспечения защиты следует оградить опасные зоны режущих инструментов и обрабатываемого материала (ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»)
- повышенная температура поверхностей оборудования	Источником является лазерная установка, на которой производится нарезка деталей. Для обеспечения защиты рекомендуется ограждение рабочей зоны, а также использование термоизолирующих установок (ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»);
- повышенная температура поверхностей ПК	Источником является используемая в работе ПЭВМ. Для обеспечения защиты рекомендуется использование охлаждающих систем;
- повышенный уровень статического	Источником являются поверхности

электричества	ПЭВМ и лазерной установки, а также поверхности обрабатываемых материалов (гофрокартона и пластика). Для снижения уровня статического электричества рекомендуется использование таких средств защиты, как: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранирующие устройства (ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»);
- повышенное значение напряжения в электрических цепях	Источником являются ПЭВМ и источник электропитания лазера. В качестве мер защиты от поражения электрическим током выступают проверка технических характеристик установок, которые должны соответствовать следующим значениям: $U=380\text{В}$ , $J=10\text{А}$ , $f=50\text{Гц}$ . Также рекомендуется применение контурного заземления, а сопротивление должно быть $R_3 \leq 40\text{Ом}$ . Кроме того, рекомендуется наличие следующих средств защиты: устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения; устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; устройства дистанционного управления; предохранительные устройства; молниеотводы и разрядники; знаки безопасности. (ГОСТ 12.4.011-89. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»)
- появление в зоне работы взрывоопасных, пожароопасных и	Источником являются легковоспламеняющиеся

<p>ядовитых сред (вследствие применения аэрозольных красок)</p>	<p>соединения, присутствующие в составе аэрозольных красок и клеев. Меры защиты - профилактические мероприятия, инструктажи рабочих. Должны быть предусмотрены меры эвакуации, например, запасные выходы, средства пожаротушения, инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;</p>
<p>- появление в зоне работы токсических веществ</p>	<p>Источником возникновения токсических веществ в воздухе рабочего помещения являются аэрозольные краски и клей. Существует очень краткий список бытовых составов, с которыми можно работать в любых условиях. При применении других лучше обязательно (или по возможности) использовать ряд стандартных методов защиты, даже если в инструкции по применению клея они не указаны: защитные очки с резиновым контурным уплотнителем; перчатки из латекса или другого непроницаемого материала, стойкого к растворителям; марлевая повязка или фильтр-лепесток. Помещение, где производятся работы, должно тщательно вентилироваться. В зависимости от инструкции, может быть необходимым обеспечить отсутствие электрических или другого рода искр, высокой температуры, гарантия невозможности возникновения открытого пламени или воздействия солнечных лучей.</p>
<p>- движущиеся части машин и механизмов</p>	<p>Размещение механизмов таким образом, чтобы не возникла</p>

	возможность получения травмы, применение предупреждающих или защитных средств (заслоны, предупреждающие знаки)
- токсичные компоненты производства	Ограничение контактов рабочих с используемыми и получаемыми продуктами путем осуществления производственных процессов в герметизированном оборудовании с дистанционным управлением, применение защитной одежды, защитных паст, противогазов или респираторов, обеспечение рабочих гигиеническим душем по окончании смены
- инфракрасная радиация	Теплоизоляция горячих поверхностей, охлаждение теплоизлучающих поверхностей, удаление рабочих от места излучения (защита расстоянием), автоматизация (механизация) производственных процессов, применение аэрации, воздушного душирования, экранирование источника излучения, применение кабин и ограждений, применение средств индивидуальной защиты
- движущиеся части машин и механизмов	Размещение механизмов таким образом, чтобы не возникла возможность получения травмы, применение предупреждающих или защитных средств (заслоны, предупреждающие знаки)
- используемые грузоподъемные устройства	
- элементная стружка	

## 6.2. Экологическая безопасность

Экологическая задача производства заключается в рациональном использовании сырья и электроэнергии, надежном хранении различных химикатов, замене вредных для окружающей среды технологических процессов

на более экологичные. Загрязнений воздушного бассейна, гидросферы и литосферы при работе непосредственно за компьютером не обнаружено.

Если говорить о литье пластмасс, то воздух, удаляемый при помощи системы местных отсосов и общеобменной вентиляции из отделений литья и переработки отходов, содержит вредные пары и газы (формальдегид, уксусная кислота, оксид углерода). Однако в связи с большими объёмами удаляемого воздуха и низкой концентрации в нём вредностей в большинстве случаев проектирование очистки нерационально. Загрязнения, содержащиеся в вентиляционных выбросах, рассеиваются в атмосфере. Выхлопные трубы систем местных отсосов должны быть подняты выше зоны аэродинамической тени и снабжены устройствами для создания факельного выброса. Воздух, удаляемый от станков механической обработки отходов, изделий, перед выбросом в атмосферу должен подвергаться очистке. Воздух, удаляемый от токарных, фрезерных, сверлильных и других станков, очищается в сухих циклонах; от полировальных станков – в сетчатых фильтрах. Вместо батарейных циклонов, могут быть применены рукавные фильтры. В цеху имеется канализация, благодаря которой не загрязняются почва и грунтовые воды. Пластик является одним из наиболее популярных в производстве материалов благодаря своей низкой стоимости и широкому применению в самых различных областях. Его минусом является сложность в утилизации. Также опасность, которую может представлять пластик для человека, может возникнуть в случае нагрева (образуются пары ядовитого акрилонитрила) материала во время производства (литьё, экструзия). Необходимы закрытые специальные боксы с мощными вытяжками и дистанционное управление процессом. Воздействие пластику на атмосферу Энергия, которая необходима для производства и переработки пластика влияет на ухудшение состояния окружающей среды. Для производства пластика за один год требуется около 44-47 галлонов нефти. При сжигании пластика на свалках в атмосферу выделяется большое количество углекислого газа, что вызывает загрязнение воздуха и приводит к глобальному потеплению. Воздействие пластика на



гидросферу Пластик является одной из составляющих морского мусора. Срок разложения пластмассы в океане очень долгий, фактически может длиться до 1000 лет, во время данного процесса токсичные химические вещества могут попадать в воду. В 2014 году было подсчитано, что на поверхности океана находится 268 940 тонн пластика, а общее количество пластикового мусора равно 5,25 триллионам тонн. Воздействие пластика на литосферу Хлорированный пластик может выделять химические вещества в почву, которая затем может просочиться в грунтовые воды или в другие 103 источники воды. Этот процесс может нанести серьезный вред животным, которые пьют эту воду или же обитают в ней. Что касается аргонодуговой сварки, то при ней выделяется некоторое количество вредных газов. Если говорить об анодировании алюминия, то к сожалению, гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, главным образом поверхностных и подземных водоемов, ввиду образования большого объема сточных вод, а также большого количества твердых отходов, особенно от реагентного способа обезвреживания сточных вод.

Оставшиеся в ходе производства отходы должны пройти утилизацию на полигонах, которая должна быть спроектирована согласно СНиП 2.01.28-85 «Строительные нормы и правила. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов».

### **6.3. Безопасность при возникновении чс**

К природным и наиболее опасным аварийным ситуациям относятся:

- землетрясения,
- пожары,
- наводнения,
- проливные дожди,
- оползни,
- техногенные катастрофы, ведущие к большим жертвам и потерям.

Источником ЧС техногенного происхождения являются аварии на промышленных объектах. Угрозы включают в себя объекты, использование отравляющих веществ, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, образующие с воздухом взрывоопасные смеси, применения аппаратуры, работающей при высоких давлениях и температурах. Вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах необходимо учитывать как при проектировании так и на всех этапах монтажа и эксплуатации. Ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций субъектов Российской Федерации, на территории которого произошло несчастье.

**Пожарная безопасность.** Пожарная безопасность предусматривает безопасность людей и сохранение материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Помещение цеха относится к категории А взрывопожарной и пожарной опасности, которая характеризуется наличием следующих факторов: горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 градусов Цельсия в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 килопаскалей, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 килопаскалей.

#### **6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для каждой отрасли установлены свои требования по организации рабочих мест с учетом специфики трудовой функции, выполняемой работниками. Требования установлены к помещениям, в которых находятся рабочие места, к вентиляции и отоплению таких помещений. Определенным требованиям должна отвечать освещенность рабочих мест, а также их оснащенность оборудованием и инструментом. Так, для рабочих мест,

оборудованных персональными электронновычислительными машинами (ПЭВМ) требования к освещению на рабочих местах установлены Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30 мая 2003 г.) - Рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева - Искусственное освещение в помещениях для работы ПК должно обеспечиваться общей равномерной системой освещения - В качестве источников искусственного освещения следует использовать главным образом люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административных общественных помещениях разрешено использовать металлогалогенные лампы. В светильниках местного освещения должны использоваться лампы накаливания, в том числе галогенные.

- Для того, чтобы обеспечить нормируемые значения освещенности в помещении с ПЭВМ должны проводиться уборки с чисткой стеклянных окон и светильников не реже двух раз в год, также нужно производить своевременную замену перегоревших ламп. Окна в комнатах, в которых работают с компьютерами должны быть предпочтительно ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы устройствами, такими как регулируемые жалюзи, шторы, навесов и других внешних.

- Монитор, корпус компьютера и клавиатура должны находиться прямо перед оператором; высота рабочего стола с клавиатурой должна находиться в пределах от 680 до 800 мм надо уровнем пола, а высота нижней границы экрана от 900 до 1280 мм;

- Монитор следует расположить на расстоянии 60-70 см на 20 градусов ниже уровня глаз оператора; Пространство для ног должно отвечать следующим требованиям: высота - не менее 600 мм, ширина – не менее 500 мм, глубина – не менее 450 мм. Следует также предусмотреть подставку для ног работающего шириной не менее 300 мм с возможностью регулировки угла наклона. При работе ноги должны быть согнуты под прямым углом.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения научно-исследовательской работы «Разработка корпуса генератора технеция» были закреплены и систематизированы знания в сфере профессиональной деятельности, которая включает совокупность средств, способов и методов проектирования художественно-промышленных изделий, обработки различных материалов. Основная цель проекта достигалась путем последовательного решения поставленных задач.

В ходе данной исследовательской работы была разработана конструкция корпуса генератора технеция-99м. В ходе художественного проектирования были выполнены такие задачи, как эскизирование, компьютерное моделирование изделия, создание визуализации. Также были определены наиболее подходящие материалы и оптимальный способ производства: технология литья пластика под давлением, а именно ABS-пластика, а также фрезерование капролона. Итогом проведенного исследования стал проект, удовлетворяющий техническим и художественным требованиям.

### Список публикаций студента

1. Писаренко М.И., Сотников Н.Н. Современные технологии как инструмент дизайнера /М.И. Писаренко// 21-я Международная конференция студентов и молодых ученых «Современные техника и технологии»: сбор. Трудов – Томск, 2015
2. Писаренко М.И., Сотников Н.Н. Фотограмметрия - инструмент воспроизведения художественных объектов /М.И. Писаренко// Международная научно-практическая конференция "Теория и практика дизайна": сбор. Трудов – Томск, 2016
3. Писаренко М.И., Линькова Т.И. Using of augmented reality for environmental monitoring, 2-я Международная научная конференция "Иностранный язык в контексте проблем профессиональной коммуникации", сбор. Трудов – Томск, 2015
4. Писаренко М.И., Линькова Т.И. Problems of intercultural communication in professional activity, 2-я Международная научная конференция "Иностранный язык в контексте проблем профессиональной коммуникации", сбор. Трудов – Томск, 2015
5. Линькова Т.И., Муслимова Л.И., Писаренко М.И., Шепетовский Д.В. Problems of intercultural communication in professional activity of designer: Молодой ученый, Казань, №10, 2015

### Список использованных источников

1. Обзор рынка изотопов медицинского назначения в России (3-е издание). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infomine.ru/research/35/271> (дата обращения 16.05.2017)
2. Радионуклид. Фонд знаний «Ломоносов». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0134057> (дата обращения 01.06.2017)
3. Бочкарев В. В. Радиоактивные препараты // Краткая медицинская энциклопедия. — 2-е изд. — М.: Советская Энциклопедия, 1989.
4. Высокоэффективная жидкостная хроматография на микроколоночных хроматографах серии «Миличром». [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ximicat.com/ebook.php?file=sychov\\_ana.djvu&page=3](http://www.ximicat.com/ebook.php?file=sychov_ana.djvu&page=3) (дата обращения 30.05.2017)
5. Корпуса медицинских приборов. [Электронный ресурс]. URL: <http://frezaform.ru/izgotovlenie-korpusov/korpusa-dlya-medicinskih-priborov.html> (дата обращения 05.03.2017)
6. Что такое эргономика? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ergo-org.ru/ergo.html> (дата обращения 27.05.2017)
7. Кухта М.С. Промышленный дизайн/М.С. Кухта, В.И. Куманин, М.С. Соколова, М.Г. Гольдшмидт. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 312 с.
8. Божко Ю.Т. Архитектоника и комбинаторика формообразования.– Киев: Выща шк., 1991. – 245 с.
9. ГОСТ Р 50827-95 Корпусы для аппаратов, устанавливаемые в стационарные электрические установки бытового и аналогичного назначения.
10. Особенности изготовления корпусов для радиоэлектронной аппаратуры. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.sovtexno.ru/notes/plastik\\_korp\\_radio/](http://www.sovtexno.ru/notes/plastik_korp_radio/) (дата обращения 30.05.2017)

11. Эргономические показатели. Основы дизайнерского проектирования. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dizayne.ru/txt/3sozd0307.shtml> (дата обращения 27.05.2017)
12. Данилова О.Н., Шеромова И.А., Еремина А.А. Архитектоника объемных форм. – Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2005. – 98 с.
13. Капролон: марки, свойства и сравнительные характеристики. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/guide/kaprolon.html> (дата обращения 01.06.2017)
14. Что такое капролон, сфера применения этого материала. [Электронный ресурс]. URL: <http://stanok.guru/oborudovanie/raznoe/chto-takoe-kaprolon-sfera-primeneniya-etogo-polimera.html> (дата обращения 01.06.2017)
15. Рекомендации по механической обработке заготовок из капролона. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.kaprolon-alvis.ru/obrabotka\\_kaprolona.html](http://www.kaprolon-alvis.ru/obrabotka_kaprolona.html) (дата обращения 02.06.2017)
16. Данилова О.Н., Шеромова И.А., Еремина А.А. Архитектоника объемных форм. – Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2005. – 98 с.
17. Михайлов С.М. История дизайна. Учеб. для вузов. 2-е изд. исправл. и доп. – М.: Союз дизайнеров России, 2003. Т. 2. – 393 с., ил.
18. Полимерные материалы и листовые пластики. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.0762.ru/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B/> (дата обращения 29.05.2017)
19. М.А. Мохов, Л.В. Игревский, Е.С. Новик. Краткий электронный справочник по основным нефтегазовым терминам с системой перекрестных ссылок. — М.: Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. – 125 с.
20. Вольфсон С. А. АБС-пластик // Химическая энциклопедия: в 5 т / Гл. ред.: Кнунянц И. Л. (тт. 1—3), Зефилов Н. С. (тт. 4—5). — М.: Советская энциклопедия (тт. 1—2); Большая Российская энциклопедия (тт. 3—5), 1988—1998.

21. Benj Edwards. Why Super Nintendos Lose Their Color: Plastic Discoloration in Classic Machines. *Vintagecomputing*, January 12, 2007.
22. Шефтель В.О. // Вредные вещества в пластмассах. Справ. Изд. М. Химия, 1991, стр. 82-83
23. Производство литья пластмасс под давлением. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sapt.ru/thermoplastic.html> (дата обращения 15.05.2017)
24. Бакнелл К.Б. Ударопрочные пластики. -Л.: Химия, 1981. 328 с.
25. Белинская И.Д., Никитин Ю.В. Влияние вязкоупругих характеристик и температуры расплава сополимера АБС-Б на свойства литевых изделий // Пласт. массы. 1987. № 10. С. 29-30
26. Алексеев А.А., Пимкин В.И., Кириченко Э.А., Акутин М.С. Влияние условий переработки АБС-пластиков на их свойства // Пласт. массы. 1991. № 1. С. 30-31
27. Пляцкий В. М., Технология литья под давлением, 3 изд., М., 1957; Беккер М. Б., Литье под давлением, 2 изд., М., 1973.
28. Литье по выплавляемым моделям. [Электронный ресурс]. URL: <http://материаловед.рф/учебники/specialnye-vidy-litya/3-lite-po-vyplavlyаемым-modelyam> (дата обращения 14.05.2017)
29. Лермантов В. В., Штампование // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
30. Голенков В. А., Дмитриев А. М., Кухарь В. Д., Радченко С. Ю., Яковлев С. П., Яковлев С. С. Специальные технологические процессы и оборудование обработки давлением. М.: Машиностроение, 2004. — 464 с.: ил.
31. Ковка и штамповка: Справочник в 4 т.; Под ред. Е. И. Семенова и др. — М.: Машиностроение, 1987. — Т.2: Горячая объемная штамповка; Под ред. Г. А. Навроцкого. — 384 с.
32. Брюханов А. Н., Ребельский А. В. Горячая штамповка. Конструирование и расчет штампов. М. Metallurgizdat 1952 г. 665 с. с ил.



33. Б. А. Степанов. Специализированное кузнечно-прессовое оборудование. МГИУ, 2005. С. 97.
34. Генератор технеция-99м. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ippe.ru/prod/isotop/isot-1-1ru.php> (дата обращения 11.04.2017)
35. Основные сведения о материале АБС. [Электронный ресурс]. URL: <https://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/abs-plastik-chto-eto-takoe.html> (дата обращения 09.06.2017)
36. Технологический процесс изготовления деталей из термопластов литьем под давлением. [Электронный ресурс]. URL: <http://belppg.com/technolog/p5.html> (дата обращения 06.03.2017)

## **Проверка на плагиат**

## Приложение А