

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

---

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология  
Отделение школы (НОЦ) НОЦ Кижнера Н.М.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Проектирование трехфазного нефтегазового сепаратора с депульсатором УДК 622.276.05:621.928

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6Б	Василевичев Максим Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тихонов Николай Викторович	Кандидат технических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ревва И.Б.	к.т.н, доцент		

Томск – 2020 г.

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки (специальность) 18.03.01 Химическая технология  
Отделение школы (НОЦ) НОЦ Н. М. Кижнера

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
Ревва И.Б.  
(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
4Г6Б	Василевичев Максим Юрьевич

Тема работы:

Проектирование трехфазного нефтегазового сепаратора с депульсатором	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	58-47/с от 27.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(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.).</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Объект проектирования: трехфазный сепаратор;</li><li>2. Производительность по нефти: 6,4 млн. м<sup>3</sup>/год;</li><li>3. Режим работы: непрерывный;</li><li>4. Вид сырья: водонефтяная эмульсия;</li><li>5. Обводненность нефти на входе: 21,05 %.</li></ol>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <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>	<b>Введение</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Обзор литературы</li><li>2. Технологический расчет</li><li>3. Механический расчет</li><li>4. Результаты разработки</li><li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li><li>6. Социальная ответственность</li></ol> <b>Заключение</b> <b>Список использованных источников</b>

	Приложения
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Технологическая схема – 1 лист, формат А3; Чертеж общего вида – 1 лист, формат А0; Чертеж опоры – 1 лист, формат А3.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Механический расчет оборудования	Беляев Василий Михайлович
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тихонов Николай Викторович	Кандидат технических наук		30.01.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6Б	Василевичев Максим Юрьевич		

## Реферат

Объем пояснительной записки - 110 с., 17 рисунков, 27 таблиц, 35 источников, 3 л. графич. материала.

Ключевые слова: сепарационные установки, нефтегазовые сепараторы, разделение, нефть, газ.

Объектом исследования являются нефтегазовые сепараторы для разделения водонефтяной эмульсии.

В процессе работы проводились проектирование и расчет нефтегазового сепаратора. Результатом проектирования и расчета стало определение геометрических размеров сепаратора, конструкция корпуса и конструкция внутренних узлов :

Тип сепаратора – горизонтальный.

Объем сепаратора 50 м<sup>2</sup>, диаметр сепаратора 2400 мм, длина 12964 мм.

Толщина стенки корпуса 21 мм.

Подобраны диаметры штуцеров:

Для входа смеси – 500 мм.

Для выхода газа – 300 мм.

Для выхода нефти – 400 мм.

Для выхода воды – 200 мм.

Эффективность аппарата определяется степенью разделения эмульсии на составляющие компоненты.

Данный аппарат применяется на установках подготовки нефти (УПН).

Курсовой проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 и представлен в распечатанном виде.

## **Abstract**

The amount of explanatory notes - 110 pages, number of illustrations - 17, tables - 27, the number of sources used - 35.

Key words: separation plants, oil and gas separators, separation, oil, gas.

The object of research are oil and gas separators for the separation of oil-water emulsions.

In the process, the design and calculation of the oil and gas separator were carried out. As a result of the calculations, the main dimensions of the apparatus, the design of the case and internal devices were determined. The separator has the following characteristics:

Type of separator is horizontal.

The volume of the separator is 50 m<sup>3</sup>, the diameter of the separator is 2400 mm, length 12964 mm. Case wall thickness 21 mm.

The diameters of the fittings are selected:

To enter the mixture - 500 mm.

For gas exit - 300 mm.

For oil output - 400 mm.

For water outlet - 200 mm.

The effectiveness of the apparatus is determined by the degree of separation of the emulsion into its constituent components.

This apparatus is used in oil treatment units.

The course project is executed in a text editor Microsoft Word 2010 and presented in printed form.

## Оглавление

Введение.....	9
1 Обзор литературы .....	10
1.1 Типы эмульсий.....	10
1.2 Стабильность водонефтяной эмульсии .....	11
1.3 Деэмульгирование .....	11
1.4 Методы разделения эмульсии .....	12
1.5 Нефтегазовые сепараторы .....	13
1.6 Трехфазный нефтегазовый сепаратор .....	14
1.7 Двухфазный нефтегазовый сепаратор.....	16
1.8 Внутреннее устройство сепаратора .....	16
2 Технологический расчет.....	18
2.1 Материальный баланс .....	18
2.2 Технологический расчет .....	19
3 Механический расчет .....	28
3.1 Выбор конструкционных материалов для элементов аппарата .....	29
3.2 Расчет толщины стенки обечайки (позиция 1).....	29
3.3 Расчет толщины стенки эллиптического днища (позиция 2) .....	33
3.4 Подбор опор .....	34
3.5 Подбор депульсатора .....	36
4 Результаты разработки .....	38
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	40
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	40
5.1.1 Анализ конкурентных решений.....	40
5.1.2 SWOT-анализ.....	42
5.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	44
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	44
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	45
5.2.3 Разработка графика проведения исследования.....	46

5.3	Бюджет научно-технического исследования.....	48
5.3.1	Расчет материальных затрат научно-технического исследования ..	49
5.3.2	Расчет амортизации специального оборудования .....	49
5.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	51
5.3.4	Дополнительная заработная плата .....	52
5.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	53
5.3.6	Накладные расходы.....	53
5.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	54
5.4.1	Интегральный финансовый показатель .....	54
5.4.2	Интегральный показатель ресурсоэффективности.....	55
	Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность .....	57
6	Социальная ответственность .....	60
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	61
6.1.1	Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны .....	62
6.2	Производственная безопасность.....	62
6.2.1	Действие вредных веществ на организм.....	63
6.2.2	Освещение производственных помещений.....	64
6.2.3	Превышение уровня шума .....	65
6.2.4	Отклонение показателей микроклимата .....	65
6.2.5	Пожаровзрывоопасность .....	66
6.2.6	Термическая опасность.....	67
6.3	Экологическая безопасность .....	67
6.3.1	Защита атмосферы.....	67
6.3.2	Защита гидросферы.....	68
6.3.3	Защита литосферы.....	69
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	70
	Вывод по разделу «Социальная ответственность».....	71
	Заключение .....	72

Список использованных источников .....	73
Приложение А .....	77
Приложение Б .....	89
Приложение В.....	99



## **Введение**

Сырая нефть добывается в виде эмульсии, потому что она обычно смешивается с водой. Вода создает несколько проблем и обычно увеличивает себестоимость добычи нефти. Добываемая вода должна быть отделена от нефти, обработана и утилизирована надлежащим образом. Все эти шаги увеличивают затраты. Кроме того, продаваемая товарная нефть должна соответствовать определенным стандартам качества продукта, включая количество основного остатка и воды и соли, что означает, что добываемая нефть должна быть отделена от воды, чтобы соответствовать техническим характеристикам товарной нефти. Установки подготовки нефти располагаются в непосредственной близости к скважинам добычи нефти. Делают это из-за того, что наличие вредных для трубопроводов примесей и воды в добытой эмульсии увеличивает скорость коррозии. Так же экономически не выгодно транспортировать на дальние расстояния смесь воды и нефти, так как это является намного большим материальным потоком.

Для отделения нефти от воды ключевым аппаратом в технологической схеме является сепаратор. Принцип действия сепаратора основан на гравитационном разделении. Благодаря силе тяжести более легкое вещество, а именно нефть оказывается сверху, а более тяжелое (вода) оказывается снизу аппарата.

Ключевые слова: нефть, сепаратор, обезвоживание, переработка.

# 1 Обзор литературы

## 1.1 Типы эмульсий

Полученные эмульсии для нефтяных месторождений можно разделить на три широкие группы: «вода в нефти», «нефть в воде» и множественные или сложные эмульсии.

Эмульсии «вода в нефти» состоят из капель воды в непрерывной нефтяной фазе, а эмульсии «нефть в воде» состоят из капель нефти в непрерывной водной фазе. В нефтедобывающей промышленности более распространены эмульсии вода в нефти, поэтому эмульсии «нефть в воде» иногда называют «обратными» эмульсиями.

Множественные эмульсии являются более сложными и состоят из крошечных капель, взвешенных в более крупных каплях, которые подвешены в непрерывной фазе. Например, эмульсия типа вода в нефти в воде состоит из капель воды, взвешенных в более крупных каплях нефти, которые, в свою очередь, суспендируют в непрерывной водной фазе.

С учетом нефтяной и водной фаз тип эмульсии зависит от нескольких факторов. Как правило, когда объемная доля одной фазы очень мала по сравнению с другой, фаза, которая имеет меньшую долю, является дисперсной фазой, а другая – дисперсионной средой. Когда объемно-фазовое соотношение близко к 1 (соотношение 50:50), то тип образующейся эмульсии определяют другие факторы.

Эмульсии также классифицируются по размеру капель в непрерывной фазе. Когда диспергированные капли имеют размер более 0,1 мкм, эмульсия является макроэмульсией. Эмульсии такого типа обычно термодинамически нестабильны (то есть две фазы будут разделяться с течением времени из-за тенденции эмульсии уменьшать свою межфазную энергию путем коалесценции и разделения). Однако коалесценция капель может быть уменьшена или даже устранена посредством механизма стабилизации. Большинство нефтяных эмульсий относятся к этой категории. Также существует второй класс эмульсий,

известных как микроэмульсии. Эти эмульсии образуются самопроизвольно, когда две несмешивающиеся фазы объединяются из-за их чрезвычайно низкой межфазной энергии. Микроэмульсии имеют очень маленький размер капель, менее 10 нм, и считаются термодинамически стабильными [1].

## **1.2 Стабильность водонефтяной эмульсии**

Межфазные пленки несут основную ответственность за стабильность эмульсии. Факторы, которые влияют на межфазные пленки, а соответственно и на стабильность эмульсий являются: температура; твердые вещества, включая органические (асфальтены, воски) и неорганические (глины, окалины, продукты коррозии и т. д.) материалы; размер капель и распределение капель по размерам; соленость и pH среды [2].

## **1.3 Деэмульгирование**

Деэмульгирование — это разрушение сырой нефтяной эмульсии на составляющие, а именно на легкую и тяжелую фазы. Производитель нефти заинтересован в трех аспектах деэмульгирования:

- скорость, с которой происходит это разделение;
- количество воды, оставшейся в сырой нефти после разделения;
- качество отделенной воды для утилизации. [3]

Очевидно, что желательны быстрая скорость отделения, низкое содержание остаточной воды в сырой нефти и низкое содержание нефти в сточной воде. Добываемая нефть обычно должна соответствовать спецификациям компании и трубопровода.[3] Например, нефть, отгружаемая из установок по переработке сырой нефти, не должна содержать более 0,2% воды и 4,5 килограмм соли на тысячу баррелей сырой нефти. Этот стандарт зависит от компании и технических характеристик трубопровода. Соль нерастворима в нефти и связана с остаточной водой в переработанной нефти. Низкое содержание

воды и соли требуется для уменьшения коррозии и отложения солей. Основная задача на нефтеперерабатывающих заводах заключается в удалении неорганических солей из сырой нефти до того, как они вызовут коррозию или другие вредные воздействия на оборудование нефтеперерабатывающего завода. Соли удаляются промывкой или обессоливанием неочищенной нефти относительно пресной водой.

#### **1.4 Методы разделения эмульсии**

В нефтяной промышленности газодонефтяные эмульсии должны быть почти полностью разделены, прежде чем нефть можно будет транспортировать и перерабатывать дальше. Разделение эмульсии на нефть и воду требует дестабилизации эмульгирующих пленок вокруг капель воды. Этот процесс выполняется любым или комбинацией следующих методов:

- Добавление химических деэмульгаторов;
- Повышение температуры эмульсии;
- Применение электростатических полей, которые способствуют слиянию;
- Снижение скорости потока, что позволяет гравитационное разделение нефти, воды и газа. Обычно это достигается в сепараторах и опреснителях большого объема. [4]

Методы деэмульгирования являются специфическими для применения из-за большого разнообразия сырой нефти, рассолов, оборудования для сепарации, химических деэмульгаторов и технических характеристик продукта. Кроме того, состав эмульсии и условия протекания процесса меняются со временем, что увеличивает сложность подбора химических деэмульгаторов. Наиболее распространенным методом эмульсионной обработки является повышение температуры жидкости и соответствующего химического деэмульгатора для ускорения дестабилизации с последующим отстаиванием с

помощью разделительных решеток для ускорения гравитационного разделения. [4]

Термические методы. Нагревание снижает вязкость нефти и увеличивает скорость осаждения воды. Повышенные температуры также приводят к дестабилизации жестких пленок из-за снижения межфазной вязкости. Кроме того, из-за более высокой тепловой энергии капля увеличивается частота слияния капель. Иными словами, тепло ускоряет разрушение эмульсии; однако, это очень редко решает проблему разделения эмульсии в одиночку. Повышение температуры имеет некоторые негативные последствия. Во-первых, нагревание эмульсионного потока стоит денег. Во-вторых, нагревание может привести к потере легких концов из сырой нефти, уменьшая ее удельный вес и объем обработанной нефти. Наконец, повышение температуры приводит к повышенной тенденции к некоторым формам отложений накипи и увеличению вероятности коррозии при обработке сосудов.

Применение тепла для разрушения эмульсии должно основываться на общем экономическом анализе установки подготовки нефти. Экономическая эффективность подогрева нефти должна быть сбалансирована с более длительным временем обработки (большой сепаратор), потерей легких концов и, как следствие, снижением цены на нефтепродукты, химическими затратами и затратами на установку или модернизацию электростатической решетки. [4]

Механические методы. Для разрушения нефтяных эмульсий доступно большое разнообразие механического оборудования, включая отстойники, двух- и трехфазные сепараторы, опреснители.

## **1.5 Нефтегазовые сепараторы**

Нефтегазовый сепаратор – это сосуд, зачастую работающий под давлением, предназначенный для разделения газодонефтяной эмульсии на составляющие, а именно газ, воду и нефть. Принцип действия сепаратора основан на разности плотностей разделяемых компонентов.

Сепараторы можно разделить по следующим признакам:

- По назначению: замерные и сепарирующие;
- По геометрической форме: цилиндрические и сферические;
- По положению в пространстве: горизонтальные, вертикальные и наклонные;
- По характеру основных действующих сил: инерционные, гравитационные, ультразвуковые и центробежные ;
- По технологическому назначению: трехфазные и двухфазные. [5]

На рисунке 1 представлен сферический сепаратор.



Рисунок 1 – Сферический нефтегазовый сепаратор

## **1.6 Трехфазный нефтегазовый сепаратор**

Трехфазные сепараторы используются для разделения добываемой жидкости на нефть, воду и газ. По конфигурации сепараторы бывают вертикальными, горизонтальными или сферическими. Каждый сепаратор имеет размер с установленным временем удерживания, чтобы обеспечить адекватное разделение при заданной пропускной способности. Сепаратор включает

следующие секции: осадительная секция, основная сепарационная секция, секция каплеулавливания и секция сбора жидкости. На рисунке 2 показана принципиальная схема нефтегазового сепаратора. [6]

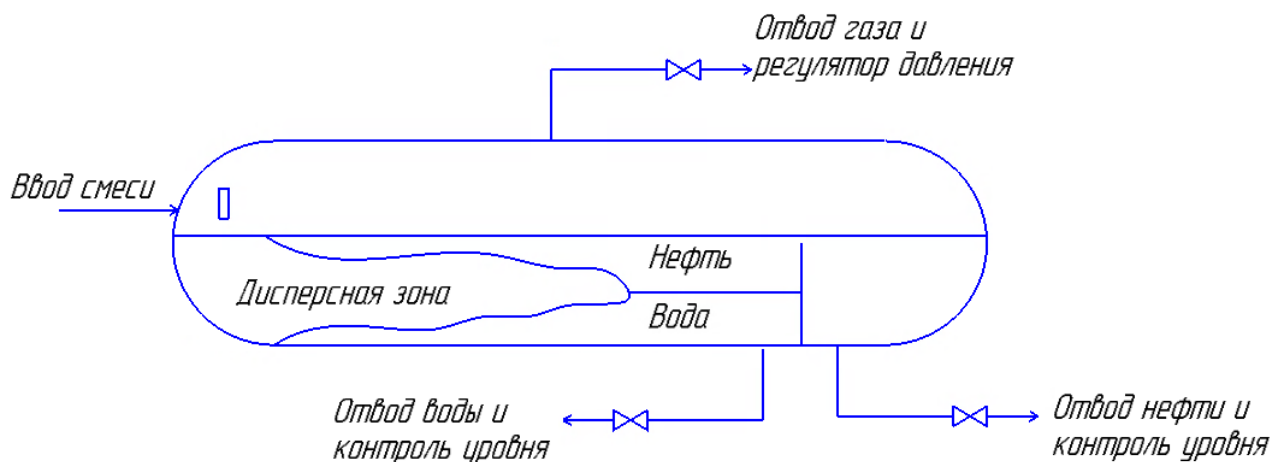


Рисунок 2 – Принципиальная схема нефтегазового сепаратора [6]

#### Принцип действия горизонтального трехфазного сепаратора

В горизонтальном трехфазном сепараторе жидкость поступает в сосуд через входной штуцер и сразу же ударяется о впускной отбойник. Это внезапное воздействие обеспечивает первоначальное разделение жидкости и газа. В секции сбора жидкости в резервуаре нефть и эмульсия разделяются, образуя слой (или «прокладку») над пластовой водой. Водослив поддерживает уровень нефти, а уровнемер жидкости на поверхности раздела поддерживает уровень воды. Нефть проливается через сливную перегородку, а затем регулятор уровня, который управляет клапаном сброса нефти, контролирует уровень нефти. Уровнемер раздела фаз также определяет высоту раздела фаз нефть-вода. Этот контроллер подает сигнал клапану сброса, чтобы сбросить столько воды из аппарата, сколько необходимо для поддержания границы раздела нефть-вода на заранее определенной высоте. Тем временем газ поднимается к верхней части сепаратора, где проходит через каплеуловитель и выходит из аппарата.

## 1.7 Двухфазный нефтегазовый сепаратор

Принцип действия двухфазного нефтегазового сепаратора так же основан на разности плотностей, но в данном случае происходит отделение жидкости от газа без разделения жидкостей по плотностям. На рисунке 3 показана схема устройства двухфазного горизонтального сепаратора.

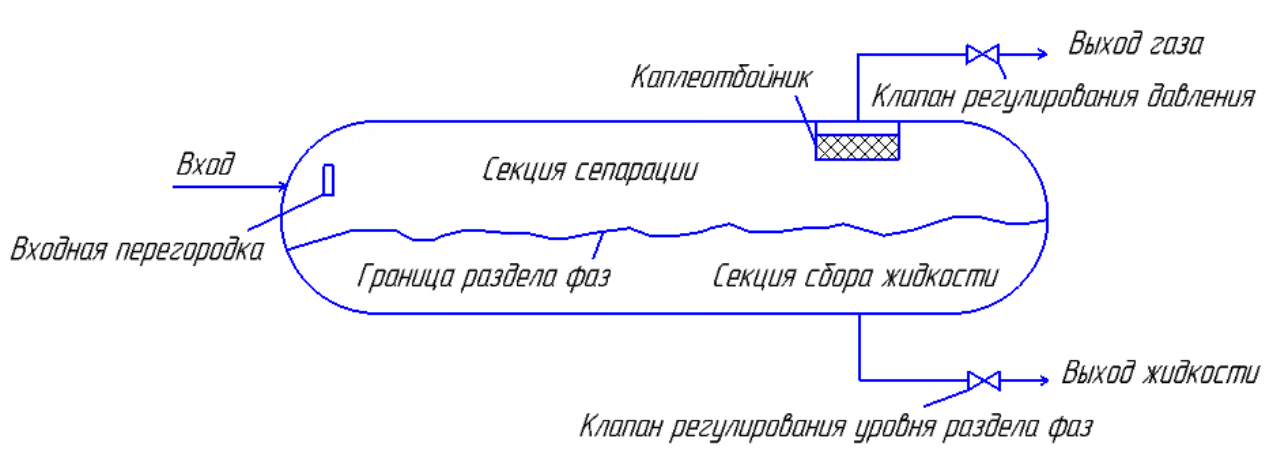


Рисунок 3 – Схема устройства двухфазного сепаратора [7]

## 1.8 Внутреннее устройство сепаратора

Для более эффективного процесса разделения поступающей в аппарат эмульсии на газ, нефть и воду, а иногда отделения механических примесей, необходимо добиться равномерного и спокойного распределения потока в аппарате.

Для улучшения процесса разделения в сепараторах используют:

- входное устройство (циклонное, лопастного типа);
- перфорированные перегородки;
- каплеотбойники для газа (сетчатые, пластинчатые, струнные);
- коалесцеры. [8]



Входное устройство обеспечивает первоначальное разделение жидкости и газа, а также снижение скорости входящего потока, что позволяет создать лучшие условия для сепарации.

Для достижения более эффективной сепарации потоки в аппарате должны быть равномерно распределены и нетурбулентны. Для достижения этих целей используют перфорированные перегородки.

Каплеотбойники используют для улавливания капель нефти в отходящем из сепаратора газе. На рисунке 4 показан типичный пластинчатый каплеотбойник.



Рисунок 4 – Пластинчатый каплеотбойник

Коалесцирующие устройства применяются только в трехфазных сепараторах, так как их помещают в аппарат для укрупнения частиц дисперсной фазы, следствием чего является увеличение скорости их осаждения.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4Г6Б	Василевичев Максим Юрьевич

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение Школа</b>	<b>НОЦ Н. М. Кижнера</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	18.03.01 Химическая технология

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
<i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ по разработке трехфазного сепаратора</i>
<i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>
<b>Перечень графического материала</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности ИП</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Диаграмма Ганта</li> <li>4. Бюджет НИ</li> <li>5. Основные показатели эффективности НИ</li> </ol>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4Г6Б	Василевичев Максим Юрьевич		

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы [20].

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

#### **5.1.1 Анализ конкурентных решений**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам [1]. Важно

реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку 42 сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	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>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Срок службы	0,11	4	4	3	0,44	0,44	0,33
2. Ремонтпригодность	0,13	4	2	2	0,52	0,26	0,26
3. Надежность	0,12	5	2	4	0,60	0,24	0,48
4. Простота ремонта	0,1	4	1	3	0,40	0,1	0,3
5. Удобство в эксплуатации	0,08	5	4	2	0,40	0,32	0,16
6. Простота эксплуатации	0,06	5	2	3	0,30	0,12	0,18
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
2. Цена	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
4. Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
5. Наличие сертификации разработки	0,04	4	2	3	0,08	0,04	0,06
Итого	1	49	32	33	4,38	2,91	2,93

Б<sub>ф</sub> – Применение трехфазного сепаратора;

Б<sub>к1</sub> – Применение двух двухфазных сепараторов;

Б<sub>к2</sub> – применение других видов оборудования.

По таблице 1 видно, что наиболее эффективно использовать трехфазный сепаратор, так же он является наиболее надежным по сравнению с другими способами очистки.

Конкурент 1 – применение двух двухфазных сепараторов.

$$k1 = B_{\text{ф}} / B_{\text{к1}} = 49/32 = 1,53;$$

Конкурент 2 – применение других видов оборудования.

$k_2 = B_{к2}/B_{к1} = 33/32 = 1,03$ ; В каждом случае предприятие признано конкурентоспособным, т.к.  $K > 1$ .

### 5.1.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться [21].

На первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (Таблица 2).

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблицах 8, 9, 10.

Таблица 8 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

		Сильные стороны проекта			
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	0	+
	B2	-	-	0	-
	B3	-	0	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: В1С1, В1С4.

Таблица 9 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	0	0	-	+
	У2	-	-	-	-
	У3	0	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1С4.

Таблица 10 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	-	0	0
	У2	0	-	-	-
	У3	-	-	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1Сл1. В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (Таблица 11).

Таблица 11 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1: Надежность; С2 Простота эксплуатации; С3: Меньшие габариты; С4 Использование инновационной структуры ТПУ.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1: Большой период сепарации; Сл2: Большой срок поставок материалов; Сл3: Внутренние производственные проблемы; Сл4: Отставание в области исследования и разработок.
Возможности: В1: Сотрудничество с изготовителями сепараторов; В2:	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»:	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»:

<p>Повышение стоимости конкурентных разработок; В3: Использование других материалов для сепаратора.</p>	<p>В1С1 – сотрудничать с изготовителями сепараторов, повышая их надежность. В1С4 – заключить договор о сотрудничестве с ТПУ; на основе постановления правительства № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций» от 9.04.2010 г.</p>	<p>В1Сл1 – использовать другие материалы, которые повышают надежность разработки.</p>
<p>Угрозы: У1: Отсутствие спроса на новые продукты; У2: Снижение бюджета на разработку; У3: Высокая конкуренция в данной отрасли.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: У1С4 – заключение договоров с контрагентами ТПУ.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: У1Сл1 – увеличить срок службы за счет использования новых материалов, увеличивает спрос на новый продукт.</p>

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Комплекс предполагаемых работ включает в себя следующие задачи:

- определить структуру работ в рамках исследования;
- определить участников работы;
- установить продолжительность работ;
- построить график проведения отдельных этапов исследования.

Для выполнения данного исследования (проекта) необходимо сформировать рабочую группу, в состав которой входят руководитель и инженер. Для каждой из запланированных работ, необходимо выбрать исполнителя этой работы.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Список производимых задач и работ и их исполнители

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
	2	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Выбор направления исследований	3	Подбор и изучения материалов по теме	Инженер
	4	Согласование материалов по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Инженер
	6	Разработка опытного образца	Инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Инженер
Оформление отчета по НИР	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер

### 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.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожи}$  используется следующая формула [20]:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макси}}{5}, \quad (36)$$

где  $t_{мини}$  – минимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является оптимистичной оценкой: при удачном стечении обстоятельств), чел.-дн.;  $t_{макси}$  – максимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является пессимистичной оценкой: при неудачном стечении обстоятельств, чел.-дн.



На основании расчетов ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$  [20]:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i}, \quad (37)$$

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

$t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчета продолжительности в рабочих днях представлены в таблице 7.

### 5.2.3 Разработка графика проведения исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально [20]:

$$T_{ki.рук} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (38)$$

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (39)$$

где  $k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле [1]:

$$k_{кал.рук} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (40)$$

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (41)$$

где  $T_{\text{кал}} = 365$  – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 52$  – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$  – общее количество праздничных дней в году.

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = 365 / (365 - 52 - 14) = 1,22.$$

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 – Временные показатели проектирования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{\text{pi}}$		Длительность работ в календарных днях $T_{\text{ki}}$	
	$t_{\text{min}}$ , чел-дни		$t_{\text{max}}$ , чел-дни		$t_{\text{ож}}$ , чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
1. Составление и утверждение тех. Задания	2	-	4	-	2,8	-	3	-	4	-
2. Календарное планирование работ по теме	2	2	5	5	3,2	3,2	2	2	3	3
3. Согласование материалов по теме	-	5	-	9	-	6,6	-	7	-	9
4. Подбор и изучение материалов по теме	11	-	15	-	12,6	-	13	-	15	-
5. Проведение теоретических расчетов и обоснование	-	6	-	18	-	10,8	-	11	-	14
6. Разработка опытного образца	-	3	-	10	-	5,8	-	6	-	8
7. Оценка результатов исследования	3	3	7	7	4,6	4,6	3	3	4	4

Продолжение таблицы 13 – Временные показатели проектирования

8. Составление пояснительной записки	-	9	-	18	-	12,6	-	7	-	9
Итого длительность работ:							21	36	26	47

Далее рассчитываем и сводим в таблицу временные показатели проектирования.

На основе полученной таблицы строится диаграмма Ганта (рисунок 15).



Рисунок 15 – Диаграмма Ганта

### 5.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;

- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

### **5.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования**

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

В данном научно-техническом исследовании изготовление опытного образца не производится, поэтому затраты на его производство отсутствуют. Для проведения научного исследования нам необходим компьютер, с установленным на него специальных программ и с нужным нам программным обеспечением.

Таблица 14 – Затраты на оборудование для проведения исследования

<b>Наименование материалов</b>	<b>Цена за ед., руб.</b>	<b>Кол-во, ед.</b>	<b>Сумма, руб.</b>
Комплекс канцелярских принадлежностей	340	4	1 200
Картридж для лазерного принтера	3 490	1	3 490
Итого:			8 290

### **5.3.2 Расчет амортизации специального оборудования**

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле [20]:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (42)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (43)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ – Asus и принтер - HP. Срок полезного использования данного ноутбука и принтера по паспорту составляет 5 лет.

Таблица 15 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ	1	5	50	30
2	Принтер	1	5	12	12
<b>Итого</b>		52 тыс. руб.			

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 5 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2.$$

Сумму амортизационных отчислений для ноутбука находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 50000}{12} \cdot 2 = 1667 \text{ руб.}$$

Аналогично находим сумму амортизационных отчислений для принтера:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 12000}{12} \cdot 2 = 400 \text{ руб.}$$

Общая сумма амортизационных отчислений:  $A=1667+400=2067$  рублей.

### 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данную статью расходов включена основная заработная плата руководителя проекта и инженера (таблица 11). Данные о зарплате взяты из сети Интернет в соответствии с должностями исполнителей проекта и действующей системой окладов г. Томска.

Основная заработная плата  $Z_{\text{осн}}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле [20]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (44)$$

где  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 7).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [20]:

- Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{43500 \cdot 10,3}{246} = 1821,3 \text{ руб.};$$

- Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{25500 \cdot 11,2}{213} = 1340,9 \text{ руб.},$$

где  $Z_m$  – должностной оклад работника за месяц;  $F_d$  - действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн. (таблица 7);  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

- при отпуске в 28 раб. дня –  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней –  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Должностной оклад работника за месяц [20]:

- для руководителя:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1+k_{\text{пр}} + k_d)k_p = 29000 \cdot (1+0,3+0,2)1,3 = 56550 \text{ руб.};$$

- для инженера:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1+k_{\text{пр}} + k_d)k_p = 17000 \cdot (1+0,3+0,2)1,3 = 33150 \text{ руб.},$$

где  $Z_{тс}$  - заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_{д}$  - коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_{р}$  - районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 16 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: ▪ выходные дни; ▪ праздничные дни.	52/14	104/14
Потери рабочего времени: ▪ отпуск; ▪ невыходы по болезни.	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы исполнителей проекта

Исполнители НИ	$Z_{тс}$ , руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ , руб	$Z_{дн}$ , руб	$T_{р}$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб
Руководитель	29000	0,3	0,2	1,3	56550	1821,3	21	38247,3
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1340,9	36	48272,4
Итого:								86520

### 5.3.4 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает в себя выплаты стимулирующего и компенсационного характера. Она рассчитывается по формуле [20]:

- для руководителя:  $Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 38247,3 = 5737,1$  руб;
- для инженера:  $Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 48272,4 = 7240,9$  руб,

где  $k_{доп}$  - коэффициент дополнительной заработной платы 0,15 (для стадии проектирования).

### 5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

К внебюджетным фондам относятся: пенсионный фонд РФ, фонд социального страхования РФ, фонд обязательного медицинского страхования РФ. Тариф взносов в эти фонды составляют 30%.

Таким образом сумма отчислений во внебюджетные фонды:

- для руководителя:

$$З_{внеб} = 0,3 (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 (38247,3+5737,1) = 13195,3 \text{ руб};$$

- для инженера:

$$З_{внеб} = 0,3 (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 (48272,4+7240,9) = 16653,9 \text{ руб.}$$

### 5.3.6 Накладные расходы

К накладным расходам относятся затраты, не относящиеся напрямую к основному производству, например, затраты на канцелярию, связь, обслуживание исполнителей. Обычно они берутся в размере 20% от всех статей расходов.

$$\begin{aligned} З_{накл} &= 0,2 (З_{мат}+З_{осн}+З_{доп}+З_{внеб}) = \\ &= 0,2 (10357+86520+5737,1+7240,9+13195,3+16653,9) = 27940,8 \text{ руб.} \end{aligned}$$

На основании данных, полученных в ходе расчета бюджета научного исследования, составим таблицу, включающую все статьи расходов, и вычислим итоговую бюджетную стоимость проекта.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	10357	Пункт 5.3.1
3. Затраты по основной з/п исполнителей	86520	Пункт 5.3.3
4. Затраты по дополнительной з/п исполнителей	12978	Пункт 5.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	29848,2	Пункт 5.3.5
6. Накладные расходы	27940,8	Пункт 5.3.6
Бюджет затрат НТИ	167644,0	Сумма ст. 1-6



## 5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования (таблица 10). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

### 5.4.1 Интегральный финансовый показатель

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} [20], \quad (45)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{ri}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научного проекта.

Для сравнения возьмем две разработки: трехфазный сепаратор и его аналог два двухфазных сепаратора.

Интегральный финансовый показатель:

- для трехфазного сепаратора:  $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = 167644/200000 = 0,84$ ;
- для двух двухфазных сепараторов:  $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = 174680/200000 = 0,87$ ;

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

## 5.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения процесса сепарирования можно определить следующим образом [20]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (46)$$

где  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Для удобства расчета необходимые данные занесены в таблицу 19.

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Трехфазный сепаратор	Два двухфазных сепаратора
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,18	4	2
3. Ремонтопригодность	0,15	3	3
4. Энергосбережение	0,20	5	3
5. Надежность	0,22	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	2
Итого	1		

$$I_{тр.сеп} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,18 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,22 + 4 \cdot 0,15 = 4,15;$$

$$I_{дв.сеп} = 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,18 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,22 + 2 \cdot 0,15 = 2,89.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испi}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального фин-ого показателя по формуле [20]:

$$I_{исп.трех} = \frac{I_{р-исп.трех}}{I_{финр}}, \text{ и т.д.} \quad (47)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 20) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ ) [20]:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.трех}}}{I_{\text{исп.трех}}}. \quad (48)$$

Таблица 20 – Сравнительная эффективность разработки сепаратора

№ п/п	Показатели	Трехфазный сепаратор	Два двухфазных сепаратора
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,84	0,87
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,15	2,89
3	Интегральный показатель эффективности	4,94	3,32
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,67

При сравнении значений интегральных показателей эффективности мы убедились в том, что исполнение процесса сепарирования с помощью трехфазного сепаратора является более эффективным решением для процесса подготовки нефти.

## **Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность**

В результате проведенного анализа конкурентных технических решений для процесса подготовки нефти, был выбран один трехфазный сепаратор, так как наиболее рациональное и предпочтительное, по сравнению с двумя двухфазными сепараторами.

При помощи SWOT-анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны разработки.

Для более полного и четкого представления о структуре работ были определены участники работы (руководитель и инженер).

Установлена продолжительность работ для каждого участника и общая продолжительность разработки проекта (73 дня). Все исследование было разделено на отдельные этапы, на каждый из которых отведено определенное время. На основе этих данных построена диаграмма Ганта.

Так же был рассчитан бюджет, учитывающий все виды расходов, такие как сырье и материалы и зарплаты исполнителям, а также накладные расходы, он составил 167644 рублей.

При определении интегрального показателя ресурсоэффективности с учетом интегрального финансового показателя (0,84 и 0,87) и интегрального показателя ресурсоэффективности (4,15 и 2,89) стало видно, что трехфазный сепаратор эффективнее двухфазных т.к. сравнительная характеристика эффективности 1 и 0,67 соответственно.