

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

---

Школа новых производственных технологий  
Направление подготовки (специальность) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»  
Отделение школы (НОЦ) материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование ветрогенераторов для малоэтажного строительства в Томской области</b>

УДК 621.548.001.63:728.1 (571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Волегов Никита Иванович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Крауиньш Д.П.	Кандидат технических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Гаврикова Н.А.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Е.С.	-		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Буханченко С.Е	Кандидат технических наук		

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>Универсальные</b>		
P1	Демонстрировать уважительное и бережное отношение к историческому наследию, накопленным гуманистическим ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также понимать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры	Требования ФГОС (ОК-11, ОК-12, ОК-13, ОК-14); Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.12, 2.13), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P2	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	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-14, ОК-15); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P3	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии и стремиться к саморазвитию, повышению квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-21, ПК-45); Критерий 5 АИОР (п.2.16), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P4	Изучать, формировать и систематизировать информацию, знать основные методы, способы и средства ее приобретения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-16, ОК-17, ОК-18, ПК-45); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P5	Владеть деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и иностранном языках, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	Требования ФГОС (ОК-2, ОК-19); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EURACE и FEANI

Р6	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым 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	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-4, ПК-38); Критерий 5 АИОР (п.2.4, п.2.11), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
Р7	Обладать необходимым комплексом знаний в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук, использовать законы и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Требования ФГОС (ОК-9, ОК-10); Критерий 5 АИОР (п.2.1.), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
<b>Профессиональные</b>		
Р8	Разрабатывать, осваивать на практике и совершенствовать средства технологического оснащения, технологии, системы и средства автоматизации машиностроительных производств при организации серийного и массового выпуска изделий различного назначения	Требования ФГОС (ПК9, ПК-10, ПК-20, ПК-26); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
Р9	Уметь осуществлять выбор необходимых материалов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, средств автоматизации, программного обеспечения, технологии для проектирования, изготовления и испытания машиностроительной продукции	Требования ФГОС (ПК2, ПК-12, ПК-23, ПК-39, ПК-52, ПК-54); Критерий 5 АИОР (п.2.10), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
Р10	Владеть методами моделирования и проектирования производственных процессов, объектов и продукции машиностроительного производства с использованием современных информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня	Требования ФГОС (ПК3, ПК-5, ПК-11, ПК-18, ПК-19, ПК-46, ПК-48); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
Р11	Уметь разрабатывать и внедрять технологии изготовления продукции машиностроения, основываясь на главных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий	Требования ФГОС (ПК6, ПК-7, ПК-8, ПК-27, ПК-30, ПК-35, ПК-40, ПК-53, ПК-55); Критерий 5 АИОР (), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI

P12	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые вычисления, планировать работу персонала и фондов оплаты труда при изготовлении продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК4, ПК-16, ПК-22, ПК-41); Критерий 5 АИОР (п.2.3, п.2.7, п.2.9), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P13	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	Требования ФГОС (ПК20, ПК-36); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P14	Диагностика состояния и динамики объектов машиностроительных производств, определять основные свойства и характеристики материалов и изготовленных изделий с использованием методов, методик и средств программного анализа	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-17, ПК-28, ПК-47, ПК-49); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P15	Уметь создавать проектную и техническую документацию, согласно установленным формам, будущей главной частью всех этапах жизненного цикла изделий.	Требования ФГОС (ПК13, ПК-14, ПК-34, ПК-43, ПК-50); Критерий 5 АИОР (п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P16	Уметь проводить мероприятия эффективного контроля качества материалов, процессов технологического характера, средств измерения и готовой продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК15, ПК-24, ПК-29, ПК-31, ПК-32); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI

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

Школа новых производственных технологий  
Направление подготовки (специальность) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
Отделение школы (НОЦ) материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Буханченко Е.С.  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Волегов Никита Иванович

Тема работы:

Проектирование ветрогенераторов для малоэтажного строительства в Томской области	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	30.03.18 №2241

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><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></p>	<p><i>1. Устанoвка предназначена для получения электрической энергии путём преобразования энергии ветра.</i></p> <p><i>2. Устанoвка представляет собой малоомощный ветрогенератор, адаптированный для работы при малых скоростях ветра.</i></p> <p><i>3. Особенность проекта заключается в том, что был спроектирован не только ветрогенератор, но и конструкции для его применения. За основу был взят принцип разнесения: в конструкциях размещено различное количество ветрогенераторов, которые в сумме могут дать любую требуемую мощность.</i></p>
<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>	<p><i>1. Провести аналитический обзор ветрогенераторов;</i></p> <p><i>2. Провести обзор конструкций с использованием ветрогенераторов в качестве источника выработки электроэнергии;</i></p> <p><i>3. Разработать кинематическую схему и электрическую схему ветрогенератора;</i></p> <p><i>4. Разработать конструкции с использованием спроектированного ветрогенератора;</i></p> <p><i>5. Разработать технологический процесс изготовления детали;</i></p> <p><i>6. Разработать раздел по социальной ответственности проекта;</i></p> <p><i>7. Разработать раздел по ресурсоэффективности и ресурсосбережению проекта».</i></p>

<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)		1. Сборочный чертеж общего вида установки. 2. Кинематическая и электрическая схемы установки.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А. Старший преподаватель ШИП	
Социальная ответственность	Невский Е.С. Ассистент ИШХБМТ	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>		
Реферат		
Введение		
Заключение		

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Крауиньш Д.П.	Кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Волегов Никита Иванович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Проектирование ветрогенераторов для малоэтажного строительства в Томской области» содержит пояснительную записку, состоящую из 78 страниц. Включает в себя 36 рисунка, 12 таблиц.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, ветрогенератор, ветряной модуль, электрическая энергия, модульность, масштабирование, разнесение.

Объектом исследования: пути внедрения альтернативных источников энергии в сельскую местность Томской области.

Предмет исследования: маломощные ветрогенераторы.

Цель работы: проектирование маломощного ветрогенератора, способного обеспечить бытовые нужды жителей частного сектора Томской области.

В процессе работы проведен обзор альтернативных источников энергии, обзор аналогов существующих технических решений.

В процессе выпускной квалификационной работы разработан ветрогенератор способный работать в условиях Томской области. А также разработаны конструкции, которые представляют возможные условия размещения ветрогенератора типа Онипко в домостроении. Также разработана установка «Цветок-ветрогенератор», которая может использоваться не только в частном секторе, но и служить эстетичным украшением для любой местности.

Разработана конструкторская документация и оформлена технологическая карта на изготовление одной детали. Проект удовлетворяет всем установленным требованиям производственной безопасности.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016. При создании моделей использовался САПР «SolidWorks 2017». При создании схем использовался продукт компании «Аскон» «КОМПАС -3D V17».

### **Определения.**

**Ротор:** Устройство для преобразования энергии ветра в механическую энергию.

**Генератор:** Устройство для преобразования механической энергии в электрическую.

**Контроллер:** Устройство для контроля заряда аккумулятора и не допускающее его перезарядки и полной (глубокой) разрядки.

**Аккумулятор:** Устройство накопления заряда (электроэнергии), при отсутствии внешнего источника энергии выступает как источник электроэнергии.

**Инвертор:** Устройство для преобразования напряжения и тока постоянного в переменный.

**Селитебная территория:** Земли, предназначенные для строительства жилых и общественных зданий, дорог, улиц, площадей в пределах городов и посёлков городского типа.

### **Обозначения и сокращения**

КИЭВ – коэффициент использования ветра.

ВКР – выпускная квалификационная работа.

АКБ – аккумулятор.

ЕСКД – единая система конструкторская документация.

ЭМИ – электромагнитное излучение.

КПД – коэффициент полезного действия.



## Оглавление

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ.....	2
ЗАДАНИЕ .....	5
РЕФЕРАТ .....	7
Определения. ....	8
Обозначения и сокращения.....	8
Введение.....	11
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	12
1.1 Ветрогенератор с горизонтальной осью вращения .....	12
1.2 Ветрогенераторы с вертикальной осью вращения .....	16
1.3 Применение ветрогенераторов в домашнем строительстве .....	19
Вывод.....	20
2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ .....	21
2.1 Проектирование конструкторских схем .....	21
2.2 Проектирование ветрогенератора Онипко. ....	23
2.2.1 Расчет ветроколеса.....	25
2.2.2 Выбор генератора. ....	27
2.2.3 Выбор подшипника.....	28
2.3 Проектирование конструкций с использованием ветрогенератора .....	29
2.3.1 Ветрогенератор на крыше дома.....	29
2.3.2 Освещение беседки.....	29
2.3.3 Придомовое освещение.....	30
2.3.4 Цветок из ветрогенераторов .....	31
Вывод.....	31
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	32
3.1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	33
3.2 Анализ технологичности конструкции детали .....	33
3.3 Выбор вида и способа получения заготовки.....	34
3.4 Составление технологического маршрута .....	34
3.5 Расчет припусков на обработку для размера 86k7 мм .....	34
3.6 Расчет параметров и технологических размеров.....	38
3.7 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания.....	42
3.7.1 Черновая зенковка отверстий: .....	42
3.7.2 Чистовая зенковка отверстий: .....	43
3.7.3 Нормальная развертка отверстий:.....	45
3.7.4 Точная развертка отверстий: .....	46
3.8 Выбор оборудования .....	48
3.9 Нормирование технологического процесса .....	48

Вывод.....	51
4. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» .....	52
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	54
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	54
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	55
4.2 Расчет цены товара .....	58
Вывод.....	65
5. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ» .....	66
Введение.....	69
5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды .....	69
5.1.1 Повышенный уровень шума при работе установки.....	69
5.1.2 Повышенный уровень вибрации при работе установки.....	70
5.1.3 Электромагнитное излучение оборудования.....	70
5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды.....	71
5.2.1 Подвижные части оборудования.....	71
5.2.2 Региональная безопасность.....	72
5.2.3 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	72
Вывод.....	73
Заключение .....	74
Список литературы .....	75
Приложение А .....	77
Технологический маршрут обработки детали .....	77
Приложение Б.....	89
Карта эскизов.....	89
Карта наладки.....	90
Операционная карта.....	91
Расчетно-технологическая карта.....	93
Приложение В.....	94
ESSAY .....	94
Introduction.....	95
Conclusion.....	96
Приложение Г .....	97

## **Введение**

В условиях постоянной лабильности цен, человечество несомненно стремиться к экономии. Вместе со всем остальным с каждым годом дорожает электроэнергия, в то время как зарплаты в России, а в частности в Томской области невелики. В целях экономии лучшим вариантом является использование альтернативных источников энергии в бытовых условиях. Так можно использовать энергию солнца и ветра, водных ресурсов и земных недр.

Однако одним из самых перспективных направлений является ветроэнергетика. Строительство ветрогенераторов и внедрение их в среду частного сектора Томской области как ни зря актуально тем, что позволит многозначно снизить расходы на электроэнергию.

**Проблема:** высокие цены на электроэнергию значительно «ударяют по карману» средне статистическому жителю Томской области.

### **Противоречия:**

Между продуктивной работой ветрогенераторов и погодными условиями Томской области. Известно, что средняя скорость страгивания среднестатистического маломощного ветрогенератора составляет 3-5 м/с, в то время как на номинал он способен выйти при скорости 7-10 м/с. Средняя скорость ветра в Томске значительно ниже и составляет 2 м/с.

**Объект:** преобразование энергии ветра в электроэнергию.

**Предмет:** маломощные ветрогенераторы.

**Цель:** проектирование маломощного ветрогенератора, способного обеспечить бытовые нужды жителей частного сектора Томской области.

### **Задачи:**

1. Провести аналитический обзор ветрогенераторов;
2. Провести обзор конструкций с использованием ветрогенераторов в качестве источника выработки электроэнергии;
3. Разработать кинематическую схему и электрическую схему ветрогенератора;
4. Разработать конструкции с использованием спроектированного ветрогенератора;
5. Разработать технологический процесс изготовления детали;
6. Разработать раздел по социальной ответственности проекта;
7. Разработать раздел по ресурсоэффективности и ресурсосбережению проекта».

### **Практическая новизна:**

Разработана конструкция ветрогенератора типа Онипко, адаптированного для условий Томской области.

### **Практическая значимость:**

Спроектированы конструкции, которые представляют возможные условия размещения ветрогенератора Онипко в домостроение. Также разработана установка «Цветок-ветрогенератор», которая может использоваться не только в частном секторе, но и служить эстетичным украшением для любой местности.

## 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

В этом разделе представлен аналитический обзор ветряных источников энергии.

С развитием технологий все больше ухудшается экология планеты и идет истощение природных ресурсов земли таких как каменный уголь, нефть, газ. Человечеству придется прибегнуть к поиску новых источников энергии. Новые источники энергии должны обладать способностью обеспечить энергией развивающиеся производства, и с другой стороны добыча энергии не должна наносить вред окружающей среде. Вышеуказанным требованиям соответствует альтернативная энергетика:

- Солнечная энергия;
- Энергия ветра;
- Энергия приливов и отливов;
- Тепловая энергия земли. [1]

В связи с темой диплома, рассмотрим энергию ветра более детально.

Использование энергии ветра для выработки электричества – одна из перспективных форм развития альтернативной энергетике. Принцип работы таких установок таков: ветряная установка преобразует кинетическую энергию ветра в электроэнергию. Она состоит из ротора, генератора электрического тока, сооружений для их установки и обслуживания.

Существует два типа ветрогенераторов:

- Горизонтальной осью;
- Вертикальной осью.

### 1.1 Ветрогенератор с горизонтальной осью вращения

#### *Ветрогенератор пропеллерного типа*

Ветряк с горизонтальной осью пропеллерного типа – это самые первые ветрогенераторы. На данный момент широко распространены по миру. Такой ротор имеет ряд преимуществ: простота изготовления, большой коэффициент использования ветра, большой диапазон корректировки улов атаки. Но также имеет и недостатки: высокая скорость страгивания, ветрогенератор создает большой шум и вибрацию при работе. [7]



Рисунок 1. Ветрогенератор пропеллерного типа. [7] 12

### *Ветрогенератор Попутный ветер*

Ветрогенератор попутный ветер. Этот ветряк имеет горизонтальную ось вращения, и довольно сложное ветроколесо, что делает трудным его изготовление, отсюда высокая стоимость. Несмотря на это, ветрогенератор практичен – мало шумный, безопасный, удобный по размерам для установки как в частном секторе, так и в городе. Еще к недостаткам данного ротора можно отнести высокую скорость страгивания. [11]

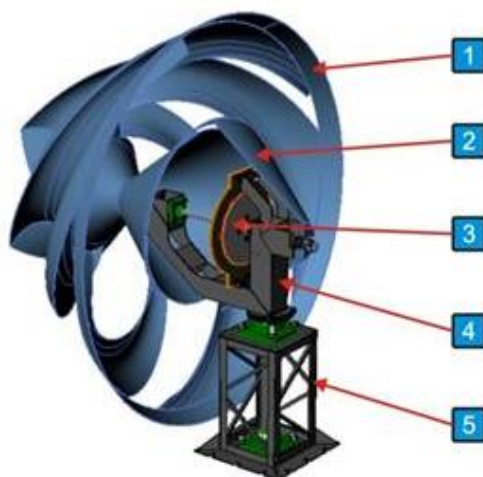


Рисунок 2. Ветрогенератор Попутный ветер. [11]

*1 – ветроколесо, 2 – защитный кожух генератора, 3 – генератор, 4 – подвижная часть опоры ветроколеса, 5 – неподвижная часть опоры ветроколеса для фиксации всего ветрогенератора на месте его установки.*

### *Ветрогенератор Оникко*

Ротор Оникко. Модель такого горизонтального ветряка включает в себя ротор в виде турбины. Конструкция этого ротора трудна в изготовлении, поэтому сложно создать серийное производство данных ветрогенераторов. Главный недостаток такого ротора высокая стоимость в изготовлении и большая материалоемкость. В ответ на эти недостатки ротор обладает маленькой скоростью страгивания, мало шумностью и высоким коэффициентом использования энергии ветра. [11]



Рисунок 3. Ветрогенератор Оникко. [11]

### *Ветрогенератор Energy Ball V100*

Ветрогенератор Energy Ball V100 представляет собой энергетический шар диаметром 1 метр, имеющий красивое дизайнерское решение. Ветрогенератор Energy Ball V100 специально разработан для частных домов. Он не вызывает неудобств, а благодаря своей привлекательной внешности, привносит некую изюминку в ландшафтный дизайн территории. Генерация электроэнергии не нарушает покой шумом, ветрогенератор не бросает тень на участок. Еще одно достоинство этой конструкции это высокий КПЭВ. Этот ветряк имеет также свои недостатки: сложность в изготовлении, отсюда высокая стоимость ветрогенератора, высокая скорость страгивания. [8]



Рисунок 4. Ветрогенератор Energy Ball. [8]

### *Контурный ветрогенератор Windtronics*

Контурный ветрогенератор Windtronics. Это безредукторный ротор, в котором снижено механическое и лобовое сопротивление благодаря применению системы электрогенерации по периметру. Эта система заключается в том, что постоянные неодимовые магниты расположены на концах лопастей, плавно вращающихся вдоль контура с медными катушками-статорами, преобразуя максимальное количество энергии ветра благодаря многоуровневой конструкции прочных нейлоновых лопастей и боковым закрылкам, мгновенно реагирующим на изменение скорости и

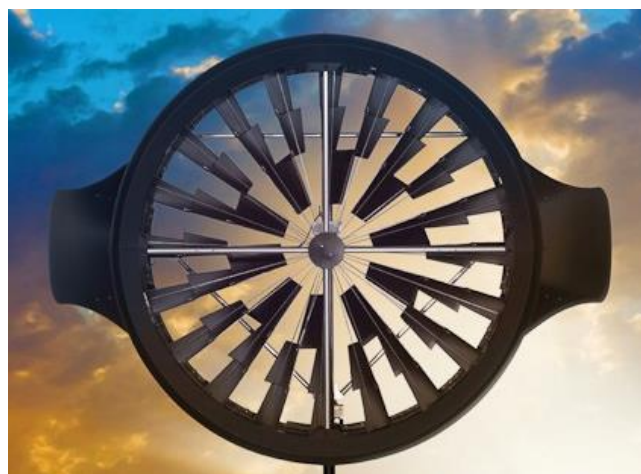


Рисунок 5. Контурный ветрогенератор Windtronics. [7]

направление ветра. Такая система отличается очень низкой скоростью запуска. У этого ветрогенератора также имеется ряд недостатков: сложность в изготовлении, отсюда высокая стоимость ветрогенератора, большие габариты ветряка, вес. [7]

#### *Ветрогенератор парусного типа*

Ветрогенератор парусного типа. Этот ветрогенератор является модификацией пропеллерного типа, у которого есть главный недостаток: высокая скорость страгивания. Решением этой проблемы стало на каждое крыло надеваться парус из тканевого материала. В связи с такой конструкцией ротора он получил ряд преимуществ: низкую скорость страгивания, малый вес. Но есть и недостаток: низкий коэффициент использования энергии ветра. Он компенсируется тем, что увеличивают ротор в диаметре до 5 метров. [9]



Рисунок 6. Ветрогенератор парусного типа. [9]

#### *Ветрогенератор дирижабль*

Ветрогенератор дирижабль. Главной отличительной особенностью это ветряка является отсутствие мачты. Ветряная энергетическая установка является гибридом дирижабля и пропеллерного ветрогенератора. Она может подняться на высоту до 300 метров, на этой высоте скорость ветра намного выше чем у поверхности земли. Такой ротор имеет ряд преимуществ и недостатков. Преимущества: нет необходимости в низкой скорости страгивания, не загромождает поверхность земли (мачтой, габаритами). Недостатки: сложность в

передачи электроэнергии на землю и контроль положения ветрогенератора в воздухе. [9]



Рисунок 7. Ветрогенератор дирижабль. [9]

### **1.2 Ветрогенераторы с вертикальной осью вращения**

Вертикальный ветряк представляет собой цилиндр, устанавливаемый на основание. Благодаря своей форме, работает вне зависимости от направления ветра. Вне зависимости от вида вертикального ветрогенератора, он устроен таким образом, чтобы давление потока воздуха на одну из его сторон было выше, чем на другую.

Ниже приведены общие плюсы и минусы ветрогенераторов с вертикальной осью.

#### **Плюсы**

1. Не требуют устройств слежения за ветром;
2. Все важные подвижные элементы находятся в нижней части генератора, что позволяет удобно его обслуживать;
3. Возможность собрать действующий ветрогенератор своими руками из подручных материалов.

#### **Минусы**

1. Громоздкость конструкции. Самые легкие вертикальные ветряки весят не менее 300 кг вместе со стойкой;
2. Низкая эффективность по сравнению с горизонтальным;
3. Шумность. Ветряк издает шум от лопастей во время работы.

Существует несколько принципиально разных конструкций вертикальных ветрогенераторов, каждая из них обладает своими достоинствами и недостатками.

#### *Ветрогенератор Савониуса*

Ротор Савониуса. Модель такого вертикального ветряка включает в себя две или более лопасти, выполненные в форме полукруга. При этом давление,



оказываемое на «открытую» часть круга, значительно превышает то, которое воздействует на противоположную сторону. Конструкция достаточно проста в изготовлении, поэтому пользуется наибольшей популярностью среди самодельных вертикальных ветрогенераторов.

Главные недостатки: большая «парусность». Воздействие ветра кренит всю конструкцию, создавая напряжение в оси и выводя из строя подшипник, на котором вращается весь ротор. [10]

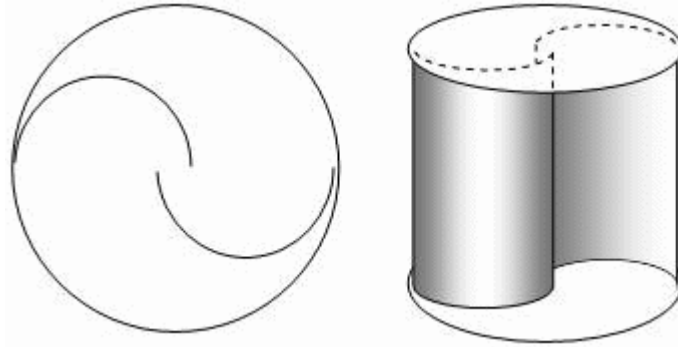


Рисунок 8. Ротор Савониуса. [10]

#### *Ветрогенератор ортогональный*

Ветрогенератор ортогональный. Существует множество модификаций такого вертикального ветрогенератора, но принцип работы остается неизменным. Вращение происходит за счет крылообразной формы лопасти ветрогенератора. При воздействии потока воздуха создается подъемная сила, за счет которой и вращается ось.

Недостатки: в других моделях шум издают только подвижные части (подшипники), то вертикальный ветрогенератор такого типа шумит лопастями. Очень сильно, из-за вибрации быстро выводит из строя подшипники и все несущие элементы конструкции. [12]



Рисунок 9. Ортогональный ротор. [12]

### *Ветрогенератор Дарье*

Ветрогенератор Дарье. Это ротор с вертикальной осью у которого одна, две или более лопасти, закреплённые с одного конца у основания, а другая на верхушке оси вращения. У такого ротора есть ряд недостатков: низкая эффективность, шум, вибрация. Но и есть преимущество – быстроходность. [12]



Рисунок 10. Ротор Дарье. [12]

### *Геликоидный ветрогенератор*

Геликоидный ротор. Этот вертикальный ветрогенератор имеет замысловатую форму, но по – сути это ортогональный ветрогенератор с вертикальной осью, только лопасти у него закручены вдоль несущей оси, что значительно повышает срок службы всей конструкции, т.к. обеспечивает равномерную нагрузку на подшипник и мачту со всех сторон. Ветряк имеет один существенный недостаток: сложность в изготовлении, отсюда высокая стоимость вертикального ветряка. [14]



Рисунок 11. Геликоидный ротор. [14]

### *Многолопастной ветрогенератор*

Многолопастной вертикальный ветрогенератор. Если рассматривать только коммерческие образцы – этот тип ротора является наиболее производительным и дает наименьшую нагрузку на несущие детали. Снаружи такого вертикального ветряка содержится дополнительный ряд статичных лопастей, которые направляют поток воздуха таким образом, чтобы максимально увеличить эффективность ротора. Имеет один существенный недостаток: высокая стоимость устройства из-за большого количества деталей. [15]

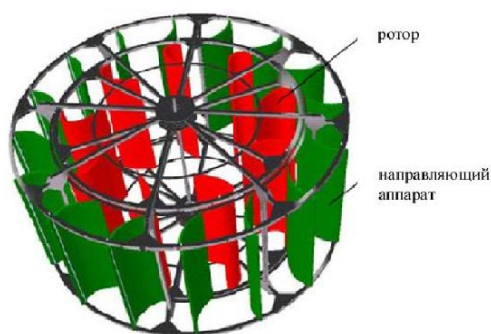


Рисунок 12. Многолопастной ветрогенератор. [15]

### **1.3 Применение ветрогенераторов в домашнем строительстве**

В современном мире человечество стремится к экономии электричества, самый эффективный способ – это переход на альтернативные источники энергии. В мире это давно уже практикуют. Довольно часто смотришь зарубежный фильм и видишь, что рядом с домом стоит мачта, а на ней ветряк.



Рисунок 13. Ветряк в домашних условиях. [16]

В основном это ветряки с горизонтальной осью вращения, у которых имеется недостаток: высокая скорость страгивания.

Также используют роторы с вертикальной осью вращения, но они также имеют меньше скорость страгивания, чем горизонтальные, но все равно имеют высокую скорость страгивания для условий Томской области. [16]



Рисунок 14. Ветряк в домашних условиях. [16]

Чтобы повысить эффективность альтернативных источников энергии в частном секторе, широко применяют гибридную установку ветрогенераторов и солнечных батарей. Ветряк расположен на высокой мачте, а солнечные панели расположены на крыше дома. [17]



Рисунок 15. Гибридная установка в домашних условиях. [17]

У такого расположения солнечных панелей невысокий КПД т.к. они не подвижны и не имеют корректировки по углу наклона. Такие установки эффективны где солнца достаточно много. Но для условий Томской области они не подходят.

### **Вывод**

В ходе проведения аналитического анализа существующих решений использования ветрогенератора в домашнем хозяйстве, были найдены следующие недостатки: все просмотренные роторы имеют высокую номинальную скорость, неподходящую для Томской области. Такие ветрогенераторы требуют высокой мачты, что слишком затратно. В нашем проекте обозначим данные недостатки как проблемы, которые необходимо решить.

## 2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Проектирование конструкторских схем

При анализе погодных условий в Томской области натолкнуло на мысль, что использование солнечных источников энергии не выгодно, т.к. солнечных дней в году не велико. В связи с этим было принято решение о проектировании только ветряного модуля по выработке электричества.

Для разработки ветрогенератора и дальнейшего его использования были составлены принципиальные кинематическая (рисунок 16) и электрическая (рисунок 17) схемы.

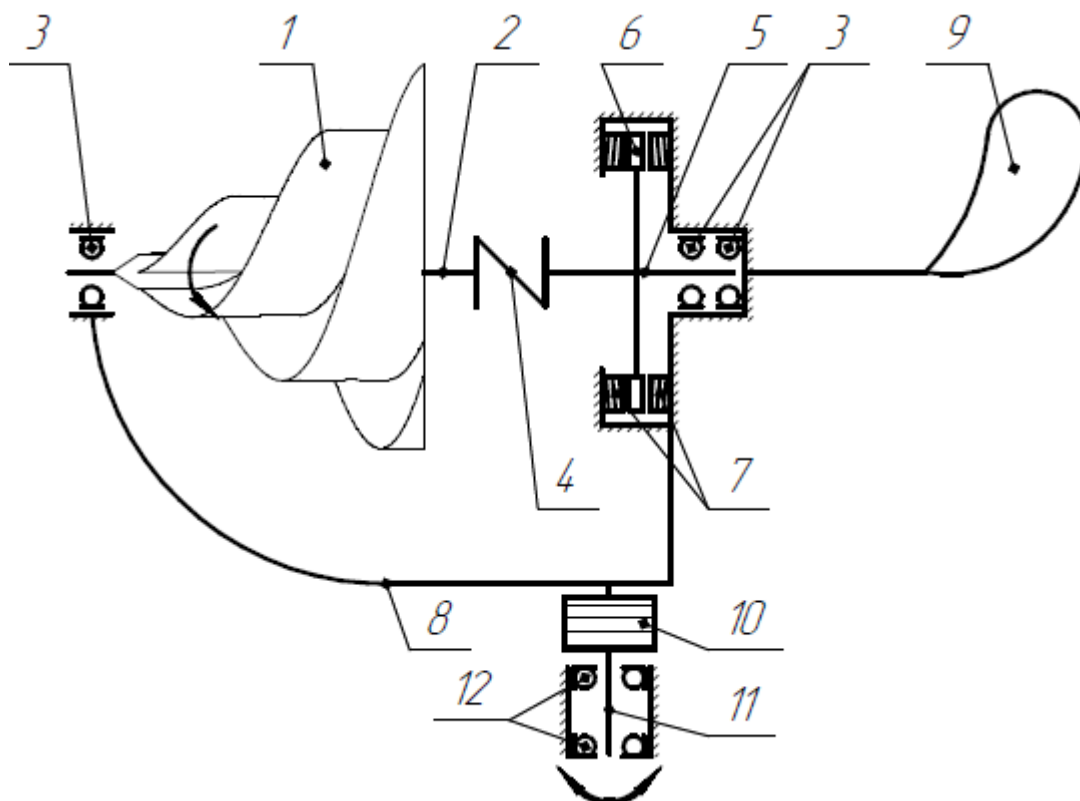


Рисунок 16. Кинематическая схема ветрогенератора.

1 – ротор, 2 – вал ротора, 3 – радиальные подшипники, 4 – муфта, 5 – вал генератора, 6 – постоянный магнит, 7 – катушка индуктивности, 8 – рама, 9 – флюгер, 10 – токосъемник, 11 – вал ступицы, 12 радиально-упорные подшипники.

Для разработки ветрогенератора была принята за основу модель горизонтального ротора. Для его оптимального функционирования нужно жёсткое соединение вала с ротором, лёгкость вращения вала ротора, генератор с минимальным пусковым моментом. Ротор выполнить по типу Онепко с 3 лопастями. Вся эта конструкция устанавливается на раму, к раме прикрепляется флюгер для направления ветрогенератора по ветру. Для вращения всего ротора

в установке предусмотрена ступица, в результате этого вращения будут скручиваться провода, идущие с генератора. Для исключения этой ситуации в установке предусмотрен токосъёмник. [18]

Для работы установки необходимо специальные электрические устройства. Минимальный набор устройств, необходимый для работы:

1. Гибридный контроллер заряда – устройство, контролирующее работу системы и управляет зарядом аккумулятора;
2. Аккумулятор – накопитель электрической энергии;
3. Инвертор – устройство, преобразующее постоянный ток в переменный.

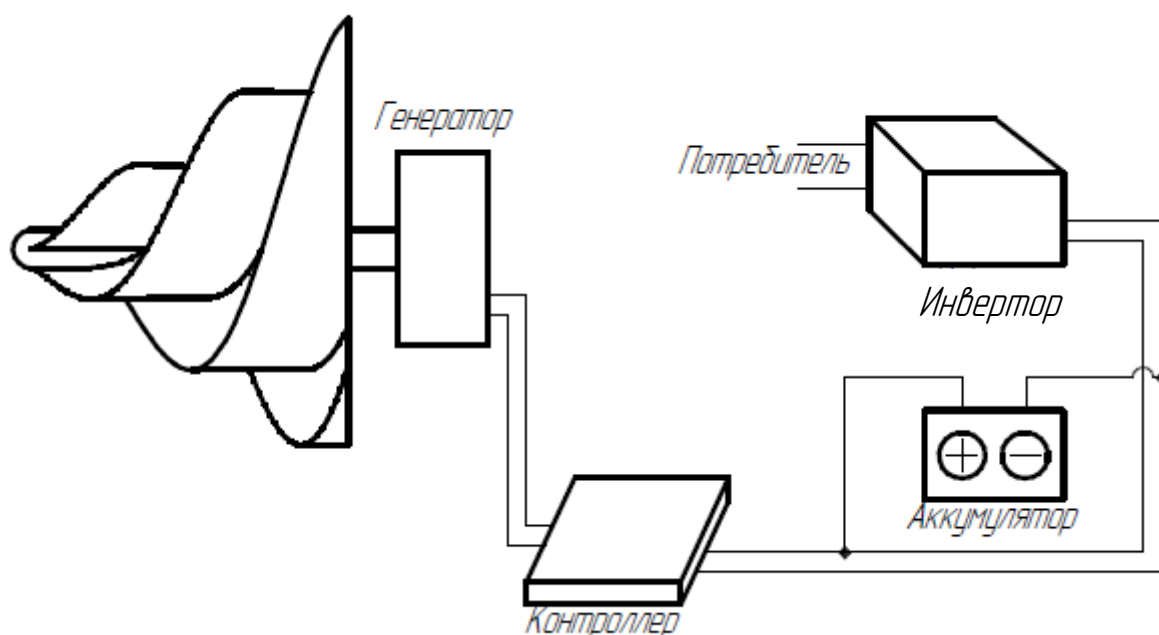


Рисунок 17. Электрическая схема.

Электрическая схема состоит из генератора, контроллера, аккумулятора, инвертора. Ротор преобразует кинетическую энергию ветра в механическую энергию вращения. Генератор – вырабатывает постоянный электрический ток, путём преобразования механической энергии, выработанной ротором в электрическую. Далее электроэнергия поступает в контроллер. Контроллер контролирует заряд и не допускает перезарядки аккумулятора. Далее электроэнергия может пойти сразу на инвертор минуя аккумулятор, а может накапливаться в аккумуляторе. В инверторе происходит преобразование постоянного тока в переменный и преобразование напряжения с 12 вольт в 220 вольт. После прохождения всех этапов преобразования электроэнергии, она готова к эксплуатации в хозяйстве.

## 2.2 Проектирование ветрогенератора Онипко.

Проектируемый ветрогенератор состоит из нескольких модулей: ротор, генератор, токосъемник и ступица. Также планируется создание конфигурации этого ветрогенератора, которая в свою очередь будет состоять из ротора и генератора, что придаст ей лёгкости встраивания в конструкцию.

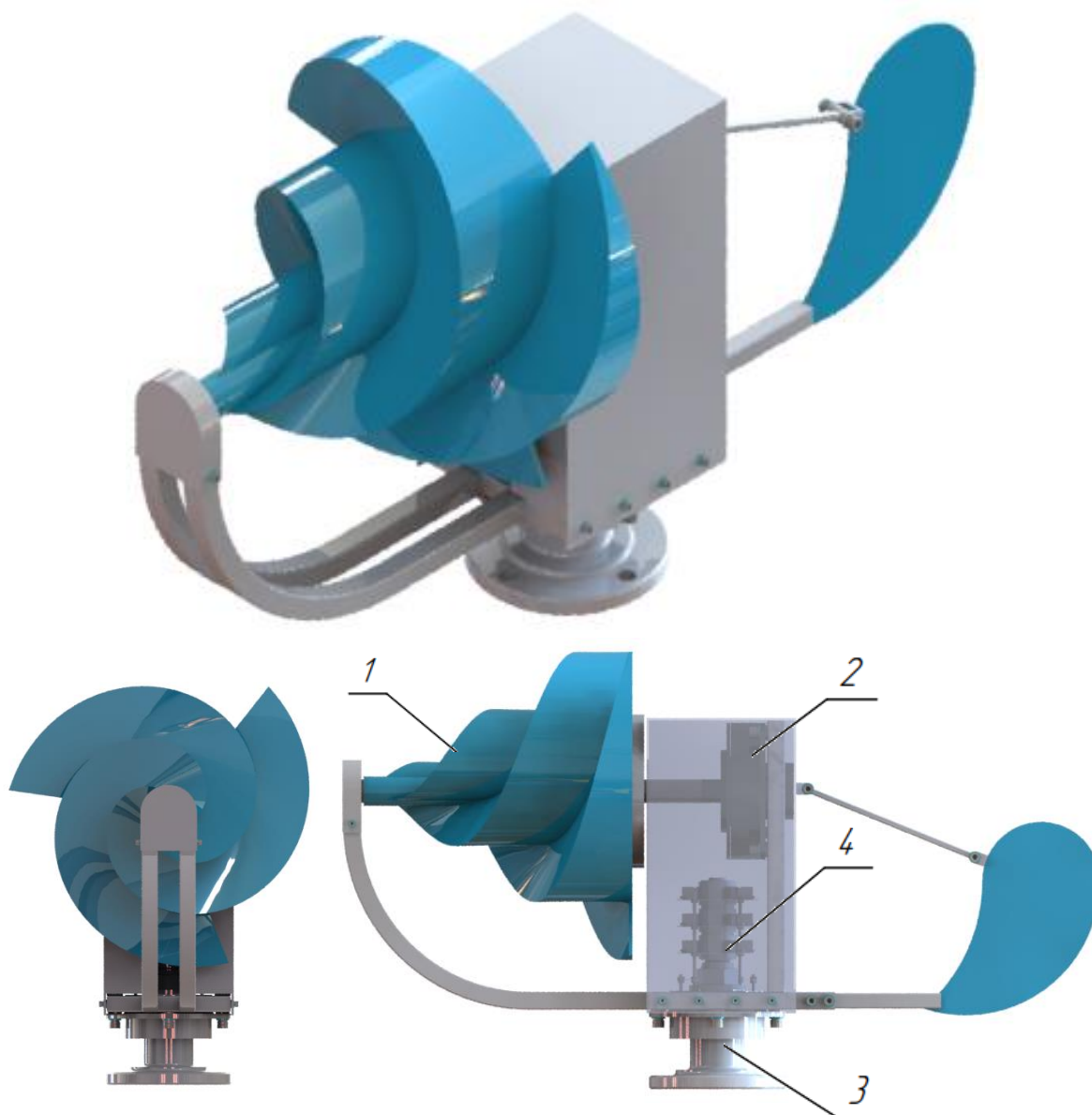


Рисунок 18. Модель ветрогенератора.

*1 – ротор, 2 – генератор, 3 – ступица, 4 – токосъемник.*

Исходя из проведённого аналитического обзора было принято решение сконструировать горизонтальный ротор Онипко, т.к. этот ротор примечателен не только своими внешними особенностями, но и техническими: низкая скорость страгивания, высокий КИЭВ, бесшумность. Ротор Онипко планируется изготавливать из стеклопластика, потому что этот материал прочен и недорогой.

Ротор соединяется с валом при помощи квадратного отверстия посредством которого передаётся движение с ротора на вал. Вал соединяется с генератором при помощи соединительной муфты.



Рисунок 19. Вал ротора.

Генератор в данной работе прочерчен концептуально, т.к. в планах его покупка.



Рисунок 20. Генератор

Конструкция спроектированного ветрогенератора предусматривает наличие ступицы, которая обеспечивает вращение ветрогенератора по направлению ветра.

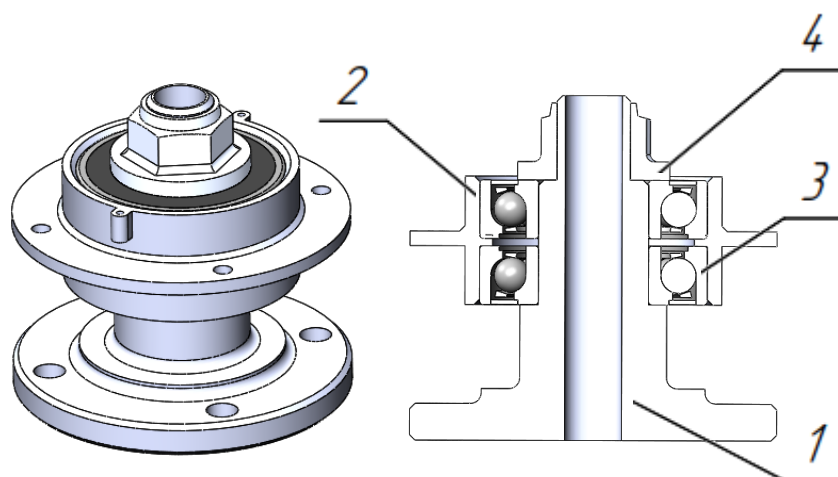


Рисунок 21. Ступица.

1 – неподвижная часть, 2 – подвижная часть, 3 – подшипник, 4 – гайка.



Ступица состоит из подвижной и неподвижной частей, между которыми установлены подшипники, которые обеспечивают лёгкость вращения. Фиксирующим элементом конструкции является гайка.

При вращении ветрогенератора возможно скручивание проводов. Для это чтобы исключить эту проблему был проработан токосъёмник. Токосъёмник оснащен щетками, на которые крепятся провода, идущие с генератора. Щетки передают электричество на коллектор. Далее электричество передается с коллектора по проводам для дальнейшего использования. [20]

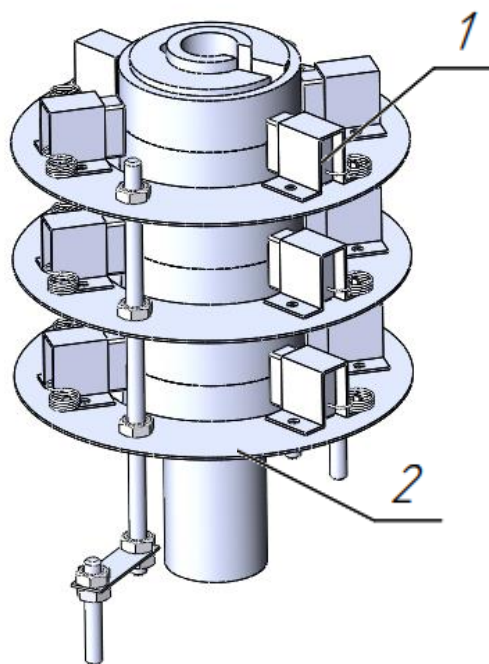


Рисунок 22. Токосъёмник.

*1 – щетка, 2 – коллектор.*

### 2.2.1 Расчет ветроколеса

Основной частью ветроустановки, является ветроколесо. Посредством его преобразовывается кинетическая энергия ветра, в энергию механическую.

Будем рассматривать ветроколесо с горизонтальной осью вращения. Оно может иметь одну или много лопастей, которые устанавливаются под некоторым углом к плоскости вращения ветроколеса. Ветроколесо может быть быстроходным или тихоходным. В зависимости от диаметра и количества лопастей обороты ветроколеса при одной и той же скорости ветра будут разные. Этот показатель называется быстроходностью ветроколеса и определяется отношением окружной скорости конца лопасти к скорости ветра.

Выберем быстроходность исходя из количества лопастей:

- 1 лопастное ветроколесо  $Z = 9,0$ ;
- 2 лопастное ветроколесо  $Z = 7,0$ ;
- 3 лопастное ветроколесо  $Z = 5,0$ ;

- 6 лопастное ветроколесо  $Z = 3,0$ ;
- 12 лопастное ветроколесо  $Z = 1,2$ ;

В работе было принято решение изготовить классический трёх лопастной ротор Онипко, быстроходность которого равна 5.

По ниже приведённой формуле рассчитаем приближённый радиус ветряка:

$$R = \frac{30 * Z}{\pi * \nu * V};$$

Где:

$Z$  – быстроходность конструкции ветроколеса;

$\nu$  – частота вращения ветроколеса, соответствующая частоте генератора;

$V$  – скорость ветра;

$R$  – радиус ротора.

$$R = \frac{30 * 5}{3.14 * 200 * 2} = 0.12 \text{ м};$$

Исходя из конструкции ротора было принято решение создать ротор с диаметром равным 250 мм.

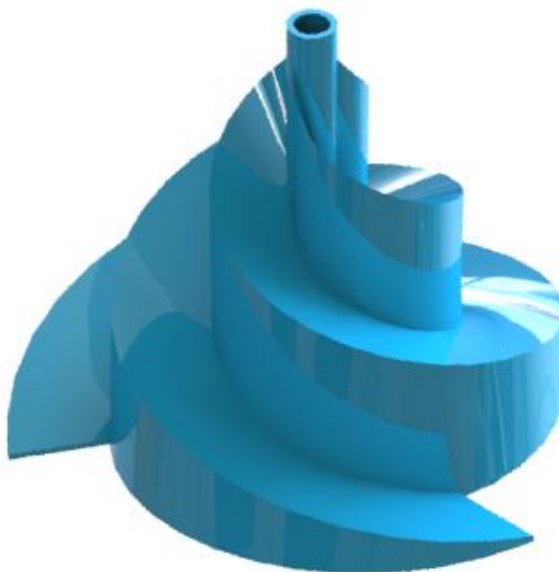


Рисунок 23. Ротор.

Формула мощности установки:

$$P = \frac{\text{КИЭВ} * \rho * V^3}{2 * \pi * r^2}, \text{ где}$$

$\text{КИЭВ} \approx 0.7$  – коэффициент использования энергии ветра;

$\rho = 1,225$  – плотность воздуха, единица измерения –  $[\text{кг}/\text{м}^3]$ ;

$r = 0,125$  радиус ротора, единица измерения –  $[\text{м}]$ ;

$V$  – скорость ветра, единица измерения –  $[\text{м}/\text{с}]$ .

Примем скорость ветра 2 м/с.

$$P = \frac{0,7 * 1,225 * 2^3}{2 * 3,14 * 0,125^2} = 70 \text{ Вт};$$

Расчет угловой скорости установки:

$$\omega = \frac{\pi * v}{30}, \text{ где}$$

$\omega$  – угловая скорость ротора,

$v$  – частота вращения ротора.

Расчёт частоты вращения ротора:

$$v = \frac{30 * Z}{\pi * R * V}; = \frac{30 * 5}{3,14 * 0,125 * 2} = 191 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Тогда угловая скорость ротора будет равна:

$$\omega = \frac{3,14 * 191}{30} = 20 \text{ рад/с};$$

Расчет момента силы вращения:

$$P = M * \omega, \text{ где}$$

$P$  – механическая мощность ротора;

$M$  – момент силы вращения;

$\omega$  – угловая скорость ротора.

Отсюда момент будет равен:

$$M = \frac{P}{\omega};$$

Тогда момент будет равен

$$M = \frac{70}{20} = 3,5 \text{ Нм};$$

В ходе проведённых расчетов был получен ротор с параметрами: механическая мощность равна 70 Вт, момент силы вращения ротора равен 3,5 Нм, частота вращения равна 191 об/мин. Далее следует приступить к выбору генератора.

### 2.2.2 Выбор генератора.

При выборе электрогенератора учтены особенности работы ротора Олимпко. Данный ротор может быть, как и низко оборотистым при малом ветре, а также высоко оборотистым при сильном ветре. Т.к. в Томской области преобладает низкая скорость ветра, следовательно, нужен генератор, который способен зарядить аккумулятор даже при малых скоростях вращения. При таких условиях практичнее выбрать генератор аксиального типа на постоянных магнитах, который в свою очередь будет покупаться.

Исходными характеристиками для выбора генератора являлись частота вращения, стартовый момент страгивания генератора и надёжность.



Рисунок 24. Генератор. [20]

Был подобран генератор на постоянных магнитах Fengteng FT-200S с характеристиками:

- Масса: 3.4 кг;
- Габариты: 115x115x57 мм;
- Частота вращения: 200 об/мин;
- Номинальное напряжение: 12 В;
- Мощность: 30 Вт;
- Стартовый момент страгивания: 0.1 Нм;

### **2.2.3 Выбор подшипника.**

Исходными данными при выборе подшипника являлись диаметр посадки и нагрузка, возникающая при вращении подвижных частей. Так как при вращении возникают радиальные нагрузки принято выбрать подшипники качения радиально шариковые по ГОСТ 8338-75.

Выбор подшипника на посадочное место  $d=12$  мм. Выбран подшипник типа 1000801, с параметрами:

- $m = 0,007$  кг;
- $d=12$  мм;
- $D=21$  мм;
- $B=5$  мм;
- $r=0,5$  мм.

## 2.3 Проектирование конструкций с использованием ветрогенератора

### 2.3.1 Ветрогенератор на крыше дома

Расположение ветрогенераторов на крыше дома имеет ряд преимуществ: ветрогенераторы находятся в наиболее безопасном от людей месте (исключаются случайные травмы), конструкция располагается в наиболее открытой и ветровой местности, а также ветрогенераторы не находятся на постоянном уровне глаз, тем самым практически отсутствует влияние вращающихся турбин на психику человека.

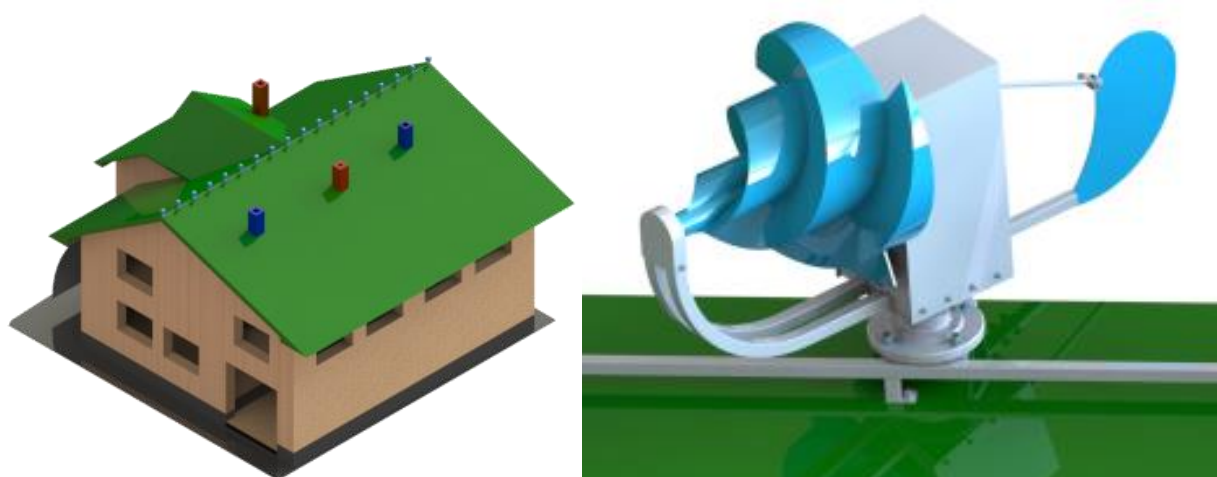


Рисунок 25. Модель расположения ветрогенераторов на крыше дома.

Как и в любых разработках у данной конструкции, есть не только свои плюсы, но и минусы: располагающиеся на крыше дымовые трубы могут создавать завихрения, что может снизить эффективность работы ротора, поэтому при установке ветрогенераторов на крышу дома необходимо учитывать этот фактор, а также необходимо брать во внимание конструктивную особенность самой крыши, которая при неудачном расположении ветрогенераторов может тоже создавать помехи.

Исходя из данных соображений была разработана концептуальная модель с размещением ветрогенератора Онипко на крыше дома.

Ветрогенераторы Онипко размещаются на специальную раму, которая на саморезы прикручивается к каркасу крыши дома, ветрогенераторы в свою очередь прикручиваются к раме винтовым соединением. Количество ветрогенераторов в конструкции может варьироваться в зависимости от требуемой мощности.

### 2.3.2 Освещение беседки

Одним из частых мест досуга в частном секторе является беседка, особенно в летнее время. Установка ветрогенератора в беседке может нести не только практический характер, но и являться нестандартным дизайнерским ре-

шением, что является несомненным достоинством конструкции. При расположении ветрогенераторов на крыше беседки, необходимо учитывать конструкцию её крыши и располагать ветрогенераторы так, чтобы крыша минимально влияла на поступление ветра к ротору, также рекомендовано устанавливать беседку подальше от деревьев, которые будут служить не только своеобразным барьером для поступления ветра, но и создавать завихрения. Как один из вариантов расположения ветрогенератора в беседке была разработана конструкция, которая приведена на рисунке. Ветрогенераторы крепятся болтовым соединением к специальным трубкам, приваренным к беседке, данная конструкция проста в реализации и эстетично.

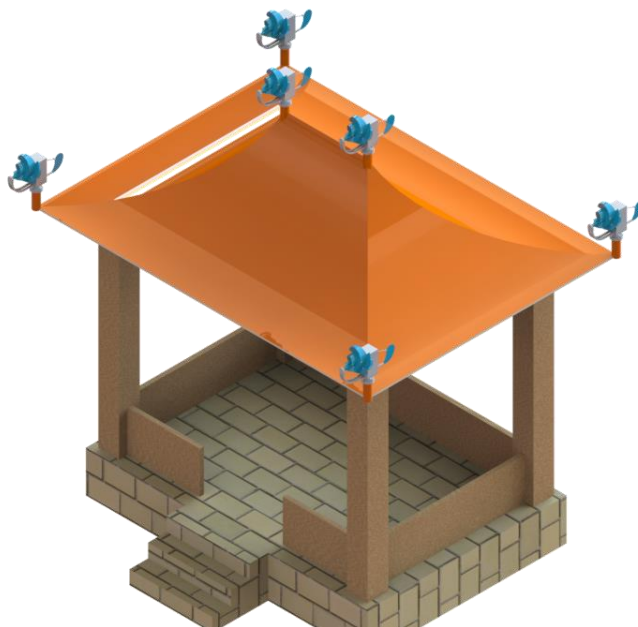


Рисунок 26. Модель освещения беседки.

### 2.3.3 Придомовое освещение

Одним из важных вопросов частного сектора является освещение около дома или в самой усадьбе. В таких целях можно тоже легко использовать маломощные ветрогенераторы.

В ходе дипломного проекта была разработана схема размещения ветрогенераторов на ограде участка с целью декоративного освещения придомовой зоны. В конструкции ветрогенераторы расположены на специальных колоннах, которые встроены в ограждение. На рисунке представлена спроектированная модель. Для того, чтобы данная конструкция работала эффективно, необходимо учитывать расположение близ растущих деревьев, чем дальше расположены деревья от ветрогенераторов, тем меньше завихрения они будут создавать.



Рисунок 27. Придомовое освещение.

### 2.3.4 Цветок из ветрогенераторов

Данная разработка является попыткой объединить конструкции маленьких ветрогенераторов в одну большую посредством создания у них общего флюгера, который вращает опору (сердцевину цветка) на которой размещены ветрогенераторы (лепесточки).

Эту разработку можно назвать наиболее удачной из всех представленных выше, так как ветрогенераторы расположены на столбе (стебле), который приподнимает установку на беспрепятственную ветряную область, при этом стороннее влияние на ветрогенераторы могут оказать разве, что деревья. При удачном же размещении конструкции, на установку внешние факторы практически не оказывают влияние.

Цветок из ветрогенераторов необычен и будет уместен не только для домашнего и дачного использования, а также для возможного использования в парковой зоне городской среды. На рисунке представлена конструкция цветка – ветрогенератора.



Рисунок 28. Цветок – ветрогенератор.

#### **Вывод**

В результате работы проведенной в конструкторской части ВКР был спроектирован ветрогенератор Олимпико и конструкции, моделирующие использование данного ветрогенератора в сельской местности, в последующем планируется изготовления опытного образца ротора Олимпико в целях проверки и корректировки приведенных расчетов и конструкции ротора.

### 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Разработать технологический процесс (500 изделий) изготовления плиты. Чертеж детали предоставлен на рисунке 29.

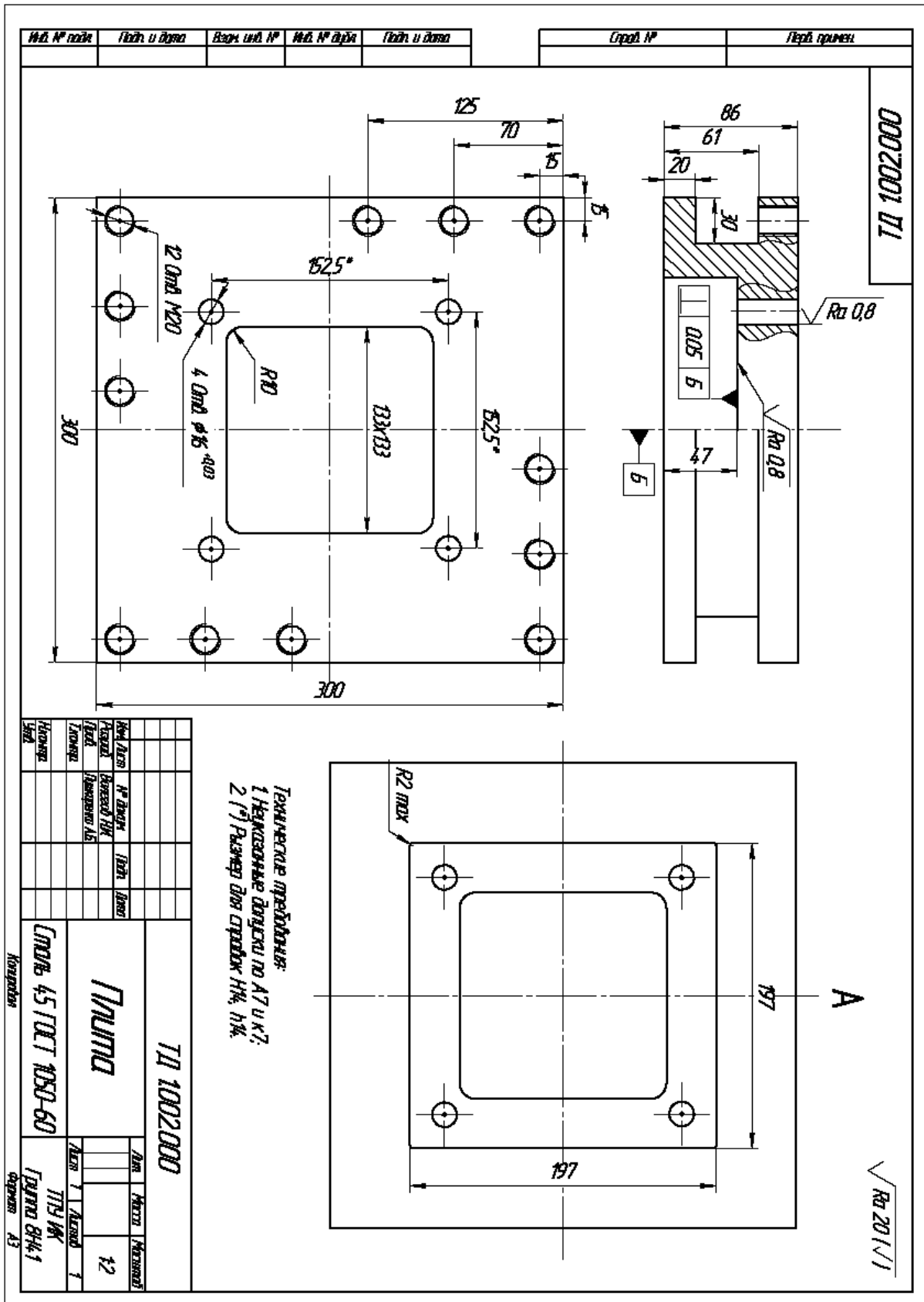


Рисунок 29. Чертеж детали.



### **3.1 Проектирование технологического процесса изготовления детали**

Основным исходным параметром при проектировании технологического процесса является тип производства. Проектирование технологического процесса изготовления детали связано с определенными трудностями: в каждом случае необходимо решать сложные многокритериальные задачи со многими параметрами. В зависимости от условий производства и назначения проектируемого технологического процесса применяются различные виды и формы технологических процессов. Вид технологического процесса определяется количеством изделий, охватываемых процессом. В данном проекте технологический процесс является мелкосерийным - технологический процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения.

### **3.2 Анализ технологичности конструкции детали**

В процессе курсового проектирования, так же, как и в производственных условиях, любая конструкция (машина, узел, деталь) должна быть самым тщательным образом проанализирована. Цель такого анализа – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному их изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, то есть все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию и возможные способы получения заготовки. На чертеже должны быть указаны все размеры с необходимыми допусками, классы чистоты обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимного положения поверхностей. Чертеж должен содержать все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, применяемых защитных и декоративных покрытиях, весе детали и т. п. Таким образом, технологический контроль – важная стадия проектирования технологических процессов и во многих случаях способствует выяснению и уточнению приведенных выше факторов.

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса. Поэтому технологический анализ – один из важнейших этапов технологической разработки, в том числе и курсового проектирования.

Анализируя деталь можно отметить ряд факторов:

- 1) Все размеры и требуемая точность обеспечивается на доступном технологическом оборудовании;

- 2) Обрабатываемые поверхности легкодоступны для режущего инструмента.

Отрицательными с точки зрения технологичности следует считать следующие факторы:

- 1) Соотношение  $\frac{l}{D} \ll 1$  и  $\frac{l}{D} > 10$ ;
- 2) Наличие конической поверхности;
- 3) Высокой шероховатости отдельных поверхностей.

### **3.3 Выбор вида и способа получения заготовки**

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости. Себестоимость детали определяется суммированием себестоимости заготовки по калькуляции заготовительного цеха и себестоимости ее последующей обработки до достижения заданных требований качества по чертежу. Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования.

Существуют различные способы получения заготовок. Мелкосерийное производство характеризуется тем, что большая часть металла уходит в стружку, из чего следует, что заготовка не совсем соответствует форме готового изделия.

Анализируя чертеж, приходим к выводу, что наиболее выгодный способ получения заготовки - прокат.

В качестве заготовки принимаем сортовой горячекатаный прокат круглой формы из стали Сталь 45 диаметром 56 мм обычной точности по ГОСТ 2590-71.

В данном случае при использовании сортового проката в качестве заготовки ее форма и размеры будут достаточно близки к размерам готовой детали. Также горячекатаный сортовой прокат имеет однородную структуру, благодаря чему, в нем обеспечено постоянство механических свойств.

Помимо проката, можно использовать штамповку из сортового проката для получения заготовки. Это позволит максимально приблизить форму заготовки в форме готовой детали. Однако это более эффективно в более масштабном производстве.

### **3.4 Составление технологического маршрута**

Технологический маршрут составлен для детали «Плита». См. приложение А.

### **3.5 Расчет припусков на обработку для размера 86k7 мм**

В соответствии с заданием, необходимо рассчитать припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для линейного размера 86k7.

Заготовку получаем путем литья в песчаные формы. Технологический маршрут обработки данного размера состоит из 3-х технологических операций.

Так как заготовка устанавливается на плоскую поверхность погрешность установки и закрепления принимаем равной нулю и не учитываем в расчетах.

Для заготовительной операции выбираем параметры  $Rz$  и  $T$  из табл.7 [1, с.182], а для остальных операций – по табл.10 [1, с.185].

При обработке призмы  $\rho_{з\Sigma}$  определяется:

$$\rho_{з\Sigma} = \rho_{кор};$$

Расчет общего отклонения оси от прямолинейности:

$$\rho_{кор} = \Delta_K * l_K;$$

$$\rho_{кор} = 1.5 * 86 = 130 \text{ мкм};$$

Остаточное пространственное отклонение расположения поверхностей заготовки после их обработки определяется выражением:

$$\rho_{\Sigma i-1} = K_y * \rho_{з\Sigma};$$

Где коэффициент уточнения  $K_y$ , выбирается согласно [1, с.190].

Для чернового фрезерования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,06 * 130 = 8 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,06 * 8 = 0,5 \text{ мкм};$$

Для чистового фрезерования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 0,5 = 0,02 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 0,02 = 0,0008 \text{ мкм};$$

Для предварительного шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,03 * 0,0008 = 0,000024 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,03 * 0,000024 = 7,2 * 10^{-6} \text{ мкм};$$

Значения допусков на технологические размеры и получаемую точность квалитет берём из [1, с.8].

Полученные данные заносим в таблицу 1.

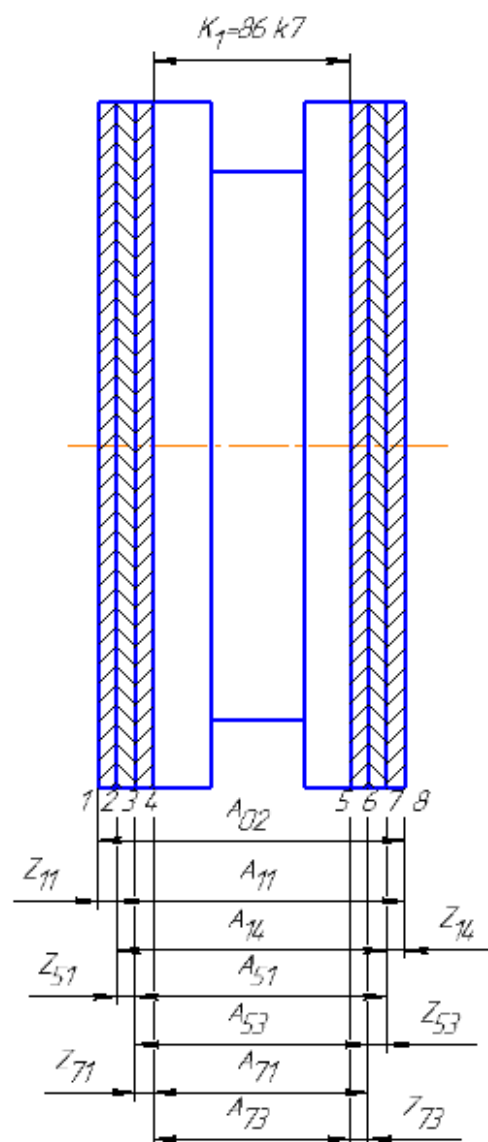


Рисунок 30. Размерная схема технологического процесса изготовления плиты

Таблица 1. Значения припусков на обработку.

Номера		Маршрут обработки	Обозначение припуска $Z_i$	Элементы припуска				Расчетный припуск			Допуск на припуск	Обозначение технологического размера $A_i$	Квалитет допуска $A_i$	Допуск на технологический размер $A_i$ , мкм	Расчетные значения технологических размеров $A_i$	
Тех. операции	Перехода			$Rz_{i-1}$ , мкм	$It_{i-1}$ , мкм	$\rho_{\Sigma i-1}$ , мкм	$\Delta_{yi}$ , мкм	$Z_{min}$ , мкм	$Z_{max}$ , мкм	$Z_{ном}$ , мкм	$Tz_i$ , мкм				$A_{min}$ , мм	$A_{max}$ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0		Заготовка – литье	–	200	200	130	0	–	–	–	–	$A_{01}$	VII кл. точности	3200	88.156	91.356
1	A	Черновое фрезерование: фрезеровать заготовку в размер $A_{11}$	$Z_{11}$	50	50	8	0	530	4330	3730	3800	$A_{11}$	14	600	87.026	87.626
	B	Черновое фрезерование: фрезеровать заготовку в размер $A_{14}$	$Z_{14}$	50	50	0,5	0	108	1058	708	950	$A_{14}$	12	350	86.568	86.918
6	A	Чистовое фрезерование: фрезеровать заготовку в размер $A_{51}$	$Z_{51}$	25	25	0,02	0	100,05	590	450	490	$A_{51}$	10	140	86.328	86.468

	Б	Чистовое фрезерование: фрезеровать заготовку в размер $A_{53}$	$Z_{53}$	25	25	0	0	50	290	190	240	$A_{53}$	9	100	86.178	86.278
8	А	Предварительное шлифование: шлифовать заготовку в размер $A_{71}$	$Z_{71}$	10	20	0	0	50	210	150	70	$A_{71}$	8	60	86.068	86.128
	Б	Предварительное шлифование: шлифовать заготовку в размер $A_{73}$	$Z_{73}$	10	20	0	0	30	125	128	95	$A_{73}$	7	30	86.003	86.038

### 3.6 Расчет параметров и технологических размеров

Для  $Z_{73}$ :

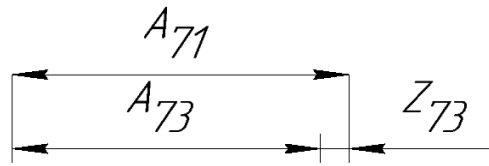


Рисунок 31. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{73}$ .

$A_{73}$  — размер совпадает с конструкторским размером.

Примем замыкающее звено  $Z_{73}$  уменьшающим, тогда и  $A_{73}$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{71}$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{71}^{min}$  из уравнений:

$$Z_{73} = A_{71} - A_{73};$$

$$Z_{73}^{min} = A_{71}^{min} - A_{73}^{max};$$

$$A_{71}^{min} = Z_{73}^{min} + A_{73}^{max};$$

$$A_{71}^{min} = 0.03 + 86.038 = 86.068 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{71}^{max}$  из уравнений:

$$A_{71}^{max} = A_{71}^{min} + Td_{A_{71}};$$

$$A_{71}^{max} = 86.068 + 0.06 = 86.128 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{73}^{max}$ :

$$Z_{73}^{max} = A_{71}^{max} - A_{73}^{min};$$

$$Z_{73}^{max} = 86.128 - 86.003 = 0.125 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{73}^{НОМ}$ :

$$A_{71}^{НОМ} = 86.128_{-0,06} \text{ мм};$$

$$Z_{73}^{НОМ} = A_{71}^{НОМ} - A_{73}^{НОМ};$$

$$Z_{73}^{НОМ} = 86.128_{-0,06} - 86_{+0,003}^{+0,038} = 0.128_{-0,098}^{-0,003}$$

Для  $Z_{71}$ :

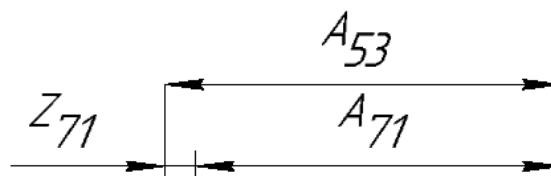


Рисунок 32. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{71}$ .

Примем замыкающее звено  $Z_{71}$  уменьшающим, тогда и  $A_{71}$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{53}$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{53}^{min}$  из уравнений:

$$Z_{71} = A_{53} - A_{71};$$

$$Z_{71}^{min} = A_{53}^{min} - A_{71}^{max};$$

$$A_{53}^{min} = Z_{71}^{min} + A_{71}^{max};$$

$$A_{53}^{min} = 0.05 + 86.128 = 86.178 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{53}^{max}$  из уравнений:

$$A_{53}^{max} = A_{53}^{min} + Td_{A_{53}};$$

$$A_{53}^{max} = 86.178 + 0.1 = 86.278 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{71}^{max}$ :

$$Z_{71}^{max} = A_{53}^{max} - A_{71}^{min};$$

$$Z_{71}^{max} = 86.278 - 86.068 = 0.21 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{73}^{НОМ}$ :

$$A_{53}^{НОМ} = 86.278_{-0,1} \text{ мм};$$

$$Z_{71}^{НОМ} = A_{53}^{НОМ} - A_{71}^{НОМ};$$

$$Z_{71}^{НОМ} = 86.278_{-0,1} - 86.128_{-0,06} = 0.15_{-0,01}^{+0,06}$$

Для  $Z_{53}$ :

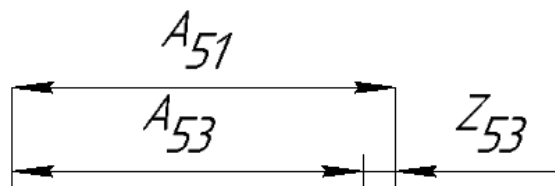


Рисунок 33. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{53}$ .

Примем замыкающее звено  $Z_{53}$  уменьшающим, тогда и  $A_{53}$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{51}$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{51}^{min}$  из уравнений:

$$Z_{53} = A_{51} - A_{53};$$

$$Z_{53}^{min} = A_{51}^{min} - A_{53}^{max};$$

$$A_{51}^{min} = Z_{53}^{min} + A_{53}^{max};$$

$$A_{51}^{min} = 0.05002 + 86.278 = 86.328 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{51}^{max}$  из уравнений:

$$A_{51}^{max} = A_{51}^{min} + Td_{A_{51}};$$

$$A_{51}^{max} = 86.328 + 0.14 = 86.468 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{53}^{max}$ :

$$Z_{53}^{max} = A_{51}^{max} - A_{53}^{min};$$

$$Z_{53}^{max} = 86.468 - 86.178 = 0.29 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{53}^{НОМ}$ :

$$A_{51}^{НОМ} = 86.468_{-0,14} \text{ мм};$$

$$Z_{53}^{НОМ} = A_{51}^{НОМ} - A_{53}^{НОМ};$$

$$Z_{53}^{НОМ} = 86.468_{-0,14} - 86.278_{-0,1} = 0.19_{-0,14}^{+0,1}$$

Для  $Z_{51}$ :

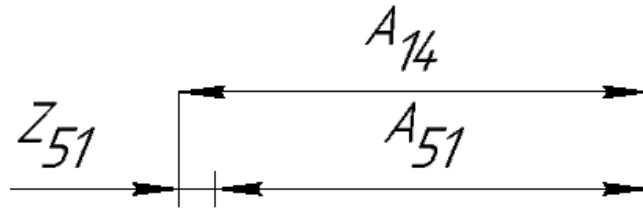


Рисунок 34. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{51}$ .

Примем замыкающее звено  $Z_{51}$  уменьшающим, тогда и  $A_{51}$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{14}$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{14}^{min}$  из уравнений:

$$Z_{51} = A_{14} - A_{51};$$

$$Z_{51}^{min} = A_{14}^{min} - A_{51}^{max};$$

$$A_{14}^{min} = Z_{51}^{min} + A_{51}^{max};$$

$$A_{14}^{min} = 0.1 + 86.468 = 86.568 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{14}^{max}$  из уравнений:

$$A_{14}^{max} = A_{14}^{min} + Td_{A_{14}};$$

$$A_{14}^{max} = 86.568 + 0.35 = 86.918 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{51}^{max}$ :

$$Z_{51}^{max} = A_{14}^{max} - A_{51}^{min};$$

$$Z_{51}^{max} = 86.918 - 86.328 = 0.59 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{51}^{НОМ}$ :

$$A_{14}^{НОМ} = 86.918_{-0,35} \text{ мм};$$

$$Z_{51}^{НОМ} = A_{14}^{НОМ} - A_{51}^{НОМ};$$

$$Z_{51}^{НОМ} = 86.918_{-0,35} - 86.468_{-0,14} = 0.45_{-0,35}^{+0,14}$$

Для  $Z_{14}$ :

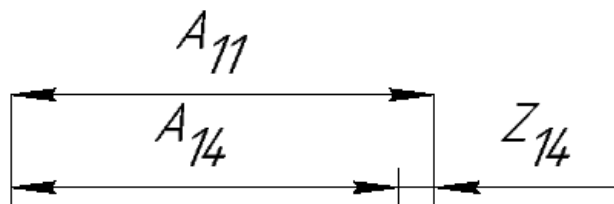


Рисунок 35. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{14}$

Примем замыкающее звено  $Z_{14}$  уменьшающим, тогда и  $A_{14}$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{11}$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{11}^{min}$  из уравнений:

$$Z_{14} = A_{11} - A_{14};$$

$$Z_{14}^{min} = A_{11}^{min} - A_{14}^{max};$$

$$A_{11}^{min} = Z_{14}^{min} + A_{14}^{max};$$



$$A_{11}^{min} = 0.108 + 86.918 = 87.026 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{11}^{max}$  из уравнений:

$$A_{11}^{max} = A_{11}^{min} + Td_{A_{11}};$$

$$A_{11}^{max} = 87.026 + 0.6 = 87.626 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{14}^{max}$ :

$$Z_{14}^{max} = A_{11}^{max} - A_{14}^{min};$$

$$Z_{14}^{max} = 87.626 - 86.568 = 1.058 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{14}^{НОМ}$ :

$$A_{11}^{НОМ} = 87.626_{-0,6} \text{ мм};$$

$$Z_{14}^{НОМ} = A_{11}^{НОМ} - A_{14}^{НОМ};$$

$$Z_{14}^{НОМ} = 87.626_{-0,6} - 86.918_{-0,35} = 0.708_{-0,6}^{+0,35}$$

Для  $Z_{11}$ :

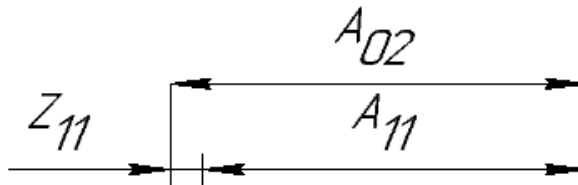


Рисунок 36. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{11}$

Примем замыкающее звено  $Z_{11}$  уменьшающим, тогда и  $A_{11}$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{02}$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{02}^{min}$  из уравнений:

$$Z_{11} = A_{02} - A_{11};$$

$$Z_{11}^{min} = A_{02}^{min} - A_{11}^{max};$$

$$A_{02}^{min} = Z_{11}^{min} + A_{11}^{max};$$

$$A_{02}^{min} = 0.53 + 87.626 = 88.156 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{02}^{max}$  из уравнений:

$$A_{02}^{max} = A_{02}^{min} + Td_{A_{02}};$$

$$A_{02}^{max} = 88.156 + 3.2 = 91.356 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{11}^{max}$ :

$$Z_{11}^{max} = A_{02}^{max} - A_{11}^{min};$$

$$Z_{11}^{max} = 91.356 - 87.026 = 4.33 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{11}^{НОМ}$ :

$$A_{02}^{НОМ} = 91.356_{-3,2} \text{ мм};$$

$$Z_{11}^{НОМ} = A_{02}^{НОМ} - A_{11}^{НОМ};$$

$$Z_{11}^{НОМ} = 91.356_{-3,2} - 87.626_{-0,6} = 3.73_{-3,2}^{+0,6}.$$

### 3.7 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Режимы резания необходимо рассчитать для операции 055 маршрутного листа. На данной операции необходимо зенкеровать начерно и начисто цилиндрические отверстия и два раза развертывать, нормально и точно. Выбор инструмента произведем на сайте «Все инструменты» в соответствующем разделе по полученным режимам резания [2].

#### 3.7.1 Черновая зенковка отверстий:

**Инструмент:**

Зенкер GRIFF a400053  $\emptyset$  16 ГОСТ 14953-80;

Зенкеровать отверстия 15.555 до 15.855. Зенкеруем за один проход.

Глубина резания:

$$t = 0.5(D - d); [3, \text{с. 276}]$$
$$t = 0.5(15,855 - 15,555) = 0,15 \text{ мм};$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v; [3, \text{с. 276}]$$

Подача  $S = 0.7 \text{ мм}/\text{об}$  [3, с.277];

Стойкость инструмента  $T = 30$  [3, с. 280];

$C_v = 16.3; q = 0.3; m = 0.3; x = 0.2; y = 0.5$ ; таб.29 [3, с.279];

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{Mv} K_{Иv} K_{lv}; [3, \text{с. 276}]$$

Поправочный коэффициент  $K_{Mv}$ :

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}; \text{ таб. 1 [3, с. 261]}$$

$$K_{Mv} = 1,2 \left( \frac{750}{640} \right)^{1,05} = 1,42;$$

Поправочный коэффициент  $K_{Иv}$ :

$K_{Иv} = 1$ ; таб. 6 [3, с.263]

Поправочный коэффициент  $K_{lv}$ :

$K_{lv} = 1$ ; таб.31 [3, с.280]

Расчет:

$$K_v = 1,42 * 1 * 1 = 1,42;$$

Расчет скорости резания:

$$v = \frac{16,3 * 16^{0,3}}{30^{0,3} * 0,15^{0,2} * 0,7^{0,5}} * 1,42 = 23,7 \text{ м}/\text{мин};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q t^x s^y K_p; [3, \text{с. 277}]$$

$C_M = 0,09; q = 1; x = 0,9; y = 0,8$ ; таб.32 [3, с.281]

Поправочный коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n; \text{ таб. 9 [3, с. 264]}$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{640}{750}\right)^1 = 0.853;$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 * 0,09 * 16^1 * 0,15^{0,9} * 0,7^{0,8} * 0,853 = 1,68 \text{ Н} * \text{м};$$

Осевая сила:

$$P_0 = 10C_P t^x s^y K_p; [3, с. 277]$$

$$C_P = 67; x = 1,2; y = 0.65; \text{ таб.32 [3, с.281]}$$

Поправочный коэффициент  $K_p$  см. выше;

Расчет осевой силы:

$$P_0 = 10 * 67 * 0,15^{1,2} * 0,7^{0,65} * 0,853 = 45,52 \text{ Н};$$

Мощность зенкерования:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}; [3, с. 280]$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}; [3, с. 280], \quad n = \frac{1000 * 23.7}{3.14 * 16} = 471,74 \text{ об/мин};$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N_e = \frac{1,68 * 471,74}{9750} = 0,081 \text{ кВт};$$

### 3.7.2 Чистовая зенковка отверстий:

**Инструмент:**

Зенкер GRIFF a400053  $\emptyset$  16 ГОСТ 14953-80;

Зенкеровать отверстия 15.855 до 15.955. Зенкеруем за один проход.

Глубина резания:

$$t = 0.5(D - d); [3, с. 276]$$

$$t = 0.5(15,955 - 15,855) = 0,05 \text{ мм};$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v; [3, с. 276]$$

Подача  $S = 0.7 \text{ мм/об}$  [3, с.277];

Стойкость инструмента  $T = 30$  [3, с. 280];

$C_v = 16.3; q = 0.3; m = 0.3; x = 0.2; y = 0.5$ ; таб.29 [3, с.279];

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{Mv} K_{Иv} K_{lv}; [3, с. 276]$$

Поправочный коэффициент  $K_{Mv}$ :

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}; \text{ таб. 1 [3, с. 261]}; K_{Mv} = 1,2 \left( \frac{750}{640} \right)^{1,05} = 1,42;$$

Поправочный коэффициент  $K_{Иv}$ :

$$K_{Иv} = 1; \text{ таб. 6 [3, с. 263]}$$

Поправочный коэффициент  $K_{lv}$ :

$$K_{lv} = 1; \text{ таб. 31 [3, с. 280]}$$

Расчет:

$$K_v = 1,42 * 1 * 1 = 1,42;$$

Расчет скорости резания:

$$v = \frac{16,3 * 16^{0,3}}{30^{0,3} * 0,05^{0,2} * 0,7^{0,5}} * 1,42 = 41,7 \text{ м/мин};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q t^x s^y K_p; [3, с. 277]$$

$$C_M = 0,09; q = 1; x = 0,9; y = 0,8; \text{ таб. 32 [3, с. 281]}$$

Поправочный коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n; \text{ таб. 9 [3, с. 264]}$$

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{640}{750} \right)^1 = 0,853;$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 * 0,09 * 16^1 * 0,05^{0,9} * 0,7^{0,8} * 0,853 = 0,62 \text{ Н * м};$$

Осевая сила:

$$P_0 = 10 C_P t^x s^y K_p; [3, с. 277]$$

$$C_P = 67; x = 1,2; y = 0,65; \text{ таб. 32 [3, с. 281]}$$

Поправочный коэффициент  $K_p$  см. выше;

Расчет осевой силы:

$$P_0 = 10 * 67 * 0,05^{1,2} * 0,7^{0,65} * 0,853 = 12,45 \text{ Н};$$

Мощность зенкерования:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}; [3, с. 280]$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}; [3, с. 280]$$
$$n = \frac{1000 * 41,7}{3,14 * 16} = 830 \text{ об/мин};$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N_e = \frac{0,62 * 830}{9750} = 0,052 \text{ кВт};$$

### 3.7.3 Нормальная развертка отверстий:

#### Инструмент:

Развертка GRIFF a420041 Ø 16 ГОСТ 1672-82;

Число зубьев развертки  $z = 8$ ;

Развертывать отверстия 15.955 до 16.005. Развертываем за один проход.

Глубина резания:

$$t = 0.5(D - d); [3, \text{с. 276}]$$

$$t = 0.5(16,005 - 15,955) = 0,025 \text{ мм};$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v; [3, \text{с. 276}]$$

Подача  $S = 1 \text{ мм}/\text{об}$  [3, с.277];

Стойкость инструмента  $T = 40$  [3, с. 280];

$C_v = 10.5$ ;  $q = 0.3$ ;  $m = 0.4$ ;  $x = 0.2$ ;  $y = 0.65$ ; таб.29 [3, с.279];

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{Mv} K_{Iv} K_{lv}; [3, \text{с. 276}]$$

Поправочный коэффициент  $K_{Mv}$ :

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}; \text{ таб. 1 [3, с. 261]}$$

$$K_{Mv} = 1,2 \left( \frac{750}{640} \right)^{1,05} = 1,42;$$

Поправочный коэффициент  $K_{Iv}$ :

$$K_{Iv} = 1; \text{ таб. 6 [3, с.263]}$$

Поправочный коэффициент  $K_{lv}$ :

$$K_{lv} = 1; \text{ таб.31 [3, с.280]}$$

Расчет:

$$K_v = 1,42 * 1 * 1 = 1,42;$$

Расчет скорости резания:

$$v = \frac{10,5 * 16^{0,3}}{40^{0,4} * 0,025^{0,2} * 1^{0,65}} * 1,42 = 16,4 \text{ М/мин};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{C_p t^x S_z^y D Z}{2 * 100}; [3, \text{с. 280}]$$

$C_p = 200$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0.75$ ; таб.22 [3, с.273]

$S_z = \frac{S}{z}$  — подача на зуб;

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{200 * 0,025^1 * 0,125^{0,75} * 16 * 8}{2 * 100} = 0,67 \text{ Н * м};$$

Мощность зенкерования:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}; [3, с. 280]$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}; [3, с. 280]$$
$$n = \frac{1000 * 16,4}{3.14 * 16} = 326,43 \text{ об/мин};$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N_e = \frac{0,67 * 326,43}{9750} = 0,022 \text{ кВт};$$

### 3.7.4 Точная развертка отверстий:

**Инструмент:**

Развертка GRIFF a420041  $\varnothing$  16 ГОСТ 1672-82;

Число зубьев развертки  $z = 8$ ;

Развертывать отверстия 16.005 до 16.015. Развертываем за один проход.

Глубина резания:

$$t = 0.5(D - d); [3, с. 276]$$
$$t = 0.5(16.015 - 16,005) = 0,005 \text{ мм};$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v; [3, с. 276]$$

Подача  $S = 1 \text{ мм/об}$  [3, с.277];

Стойкость инструмента  $T = 40$  [3, с. 280];

$C_v = 10.5$ ;  $q = 0.3$ ;  $m = 0.4$ ;  $x = 0.2$ ;  $y = 0.65$ ; таб.29 [3, с.279];

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{Mv} K_{Иv} K_{lv}; [3, с. 276]$$

Поправочный коэффициент  $K_{Mv}$ :

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}; \text{ таб. 1 [3, с. 261]}$$
$$K_{Mv} = 1,2 \left( \frac{750}{640} \right)^{1,05} = 1,42;$$

Поправочный коэффициент  $K_{Иv}$ :

$K_{Иv} = 1$ ; таб. 6 [3, с.263]

Поправочный коэффициент  $K_{lv}$ :

$K_{lv} = 1$ ; таб.31 [3, с.280]

Расчет:

$$K_v = 1,42 * 1 * 1 = 1,42;$$

Расчет скорости резания:

$$v = \frac{10,5 * 16^{0,3}}{40^{0,4} * 0,005^{0,2} * 1^{0,65}} * 1,42 = 22,6 \text{ м/мин};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{C_p t^x s_z^y D z}{2 * 100}; [3, \text{с. 280}]$$

$C_p = 200; x = 1; y = 0.75$ ; таб.22 [3, с.273]

$s_z = \frac{s}{z}$  – подача на зуб;

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{200 * 0.005^1 * 0.125^{0,75} * 16 * 8}{2 * 100} = 0,135 \text{ Н * м};$$

Мощность зенкерования:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}; [3, \text{с. 280}]$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}; [3, \text{с. 280}]$$

$$n = \frac{1000 * 22,6}{3.14 * 16} = 450 \text{ об/мин};$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N_e = \frac{0,135 * 450}{9750} = 0,006 \text{ кВт};$$

Таблица 2. Режимы резания.

Наим. операции	Подача S, мм/об	Глубина резания t, мм	Частота n, об/мин	Скорость резания V м/мин	Мощность $N_e$
Черновое зенкерование	0,7	0,15	472	24	0,081
Чистовое зенкерование	0,7	0,05	830	42	0,052
Нормальное развертывание	1	0,025	327	17	0,022
Точное развертывание	1	0,005	450	23	0,006

На основе проведённых расчетов максимальная мощность равна 0,081 кВт.

### 3.8 Выбор оборудования

Учитывая размеры обрабатываемой заготовки и требуемую мощность выбираем сверлильный станок с ЧПУ модели KSB 40 CNC [4].

Технические характеристики станка KSB 40 CNC.

Таблица 3. Технические характеристики.

Наибольший диаметр сверления	40
Наибольшая нарезаемая резьба	220
Рабочая зона	
Технологический ход, ось X, мм	850
Технологический ход, ось Y, мм	400
Технологический ход, ось Z, мм	240
Размеры стола, мм	1000x545
Допуст. нагрузка стола, кг	300
Главный шпиндель	
Диапазон частоты вращения, об/мин	31,5 - 1400
Мощность двигателя, кВт	3
Подача	
ускоренный ход по оси X, мм/мин	6000
ускоренный ход по оси Y, мм/мин	6000
ускоренный ход по оси Z, мм/мин	1100
рабочая подача по оси X, мм/мин	6000
рабочая подача по оси Y, мм/мин	6000
рабочая подача по оси Z, мм/мин	1100

### 3.9 Нормирование технологического процесса

$$T_{ш-к} = \frac{T_{ПЗ}}{N} + T_{шт};$$
$$T_{шт} = (T_a + T_{вр} * k_{ТВ}) * \left(1 + \frac{k}{100}\right);$$



$T_a$  – время автоматическое работы станка.

$$T_a = T_{Oa} + T_{Ba};$$

$T_{Oa}$  – основное автоматическое время,

$T_{Ba}$  – вспомогательное автоматическое время.

$T_{вр}$  – вспомогательная ручная работа,

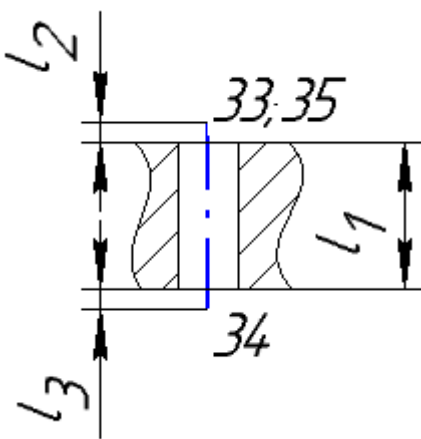
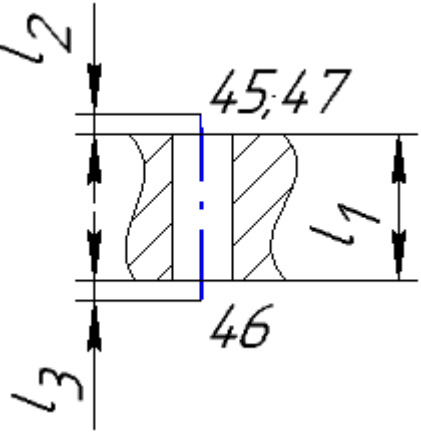
$k_{ТВ}$  – поправочный коэффициент на время вспомогательной ручной работы,

$k$  – коэффициент учитывающий время на обслуживание рабочего места и личные надобности трудящихся.

*Основное автоматическое время*

Таблица 5

Ин-т	Схема	Тр-я	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_p$
1		4-5	39	2	2	43
		5-6	39	2	2	43
		16-17	39	2	2	43
		17-18	39	2	2	43

2		33-34	39	2	2	43
		34-35	39	2	2	43
		45-46	39	2	2	43
		46-47	39	2	2	43

$$T_{Oa} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n_i S_i} i = \left( \frac{86}{0.7 * 472} + \frac{86}{0.7 * 830} + \frac{86}{1 * 327} + \frac{86}{1 * 450} \right) * 4 = 3,45 \text{ мин};$$

Вспомогательное автоматическое время

$$T_{Ba} = T_{Ba_1} + T_{Ba_2} + T_{Ba_3};$$

$T_{Ba_1}$  – время на вспомогательные программные переходы,

$$T_{Ba_1} = \left( \frac{\sum L_i}{n_i S_i} \right)_{xy} + \left( \frac{\sum L_i}{n_i S_i} \right)_z = \frac{4054.55}{1400 * 6000} + \frac{897.81}{1400 * 1100} = 1 \text{ мин};$$

$T_{Ba_2}$  – время автоматической вспомогательной работы. Например: поворот револьверной головки, поворот резцедержателя,

$$T_{Ba_2} = 0,05 \text{ мин};$$

$T_{Ba_3}$  – время на технологический останов.

$$T_{Ba_3} = 0.$$

$$T_{Ba} = 0,001 + 0,05 + 0 = 1,05 \text{ мин};$$

Тогда автоматическое время работы станка равно:

$$T_a = 3,45 + 1,05 = 4,5 \text{ мин};$$

*Вспомогательная ручная работа*

$$T_{Bp} = T_{By} + T_{Bi} + T_{Boп};$$

Вспомогательное время на установку и снятие детали –  $T_{By}=0.16$  [5, с 131] мин.

Время на контрольные измерения  $T_{Bi}=0.19 \cdot 10=1.9$  мин.

Время на работы и команды  $T_{Boп} = 0$ .

$$T_{Bp} = 0,16 + 1,9 + 0 = 2,06 \text{ мин};$$

Определим коэффициенты:  $k_{ТВ} = 1; k = 7$ .

Определим штучное время:

$$T_{шт} = (4,5 + 2,06 * 1) * \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 7,1 \text{ мин};$$

Определим  $T_{пз}$  по карте 49 [5, с.135]. Получаем:

$$T_{пз} = 20 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$T_{ш-к} = \frac{20}{5} + 7,1 = 12,1 \text{ мин};$$

### **Вывод**

В результате проделанной работы был спроектирован технологический процесс изготовления плиты в условиях мелкосерийного производства. Данное проектирование учит пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами и нормами. Была рационально выбрана заготовка для плиты, составлен технологический маршрут обработки, рассчитаны припуски на механическую обработку для линейного размера, выбрано необходимое оборудование, в соответствии с режимами резания, для операции 055, выполнено нормирование технологического процесса. Следовательно, были приобретены необходимые технологические навыки и знания по данному разделу и другим общетехническим дисциплинам путем самостоятельного решения конкретных технологических задач при проектировании технологического процесса.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Н41	Волегову Никите Ивановичу

<b>Школа</b>	Новых производственных технологий
<b>Направление подготовки (специальность)</b>	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр
<b>Отделение</b>	Материаловедения
<b>Период выполнения</b>	(осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
<p>1. <i>Стоимость ресурсов для изготовления изделия «Ветрогенератор Онипко»</i></p>	<p>1. <i>Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов.</i></p> <p>2. <i>Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</i></p> <p>1 разряд – 60 руб./час.                  2 разряд – 76,5 руб./час.                  3 разряд – 97,56 руб./час.                  4 разряд – 124,44 руб./час.                  5 разряд – 158,7 руб./час.                  6 разряд – 202,5 руб./час.</p> <p><i>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</i></p> <p>3. <i>Тариф на электроэнергию – 5.8 руб/кВт.ч.</i></p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p><i>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06</li> <li>– затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих</li> <li>– затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации</li> <li>– затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих.</li> <li>– общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих</li> <li>– общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих.</li> </ul>

	– расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.

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

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения работы	Потенциальные потребители результатов работы Карта сегментирования рынка Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование работ	График Ганта
3. Расчет себестоимости изготовления изделия «Ветрогенератор Онипко»	1. Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов) 2. Расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды. 3. Расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. 4. Расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов. 5. Провести расчет себестоимости для условий мелкосерийного производства
4. Расчет цены изделия «Ветрогенератор Онипко» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%

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

1. Калькуляция себестоимости изделия «Ветрогенератор Онипко»
--

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Гаврикова Н.А.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Волегов Никита Иванович		

## Введение

Во всех развитых странах наблюдается тенденция развития альтернативных способов добычи энергии. Это связано с тем, что в настоящее время природных ресурсов остается не так много, которые в последствии можно преобразовать в электричество. В связи с этим человечество стремится к использованию альтернативных источников энергии.

Целью данного раздела рассмотрение конкурентоспособности и доступности для простого населения ветрогенераторов. Именно такие параметры определяют перспективность разработки.

Для оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения разработанного проекта выполним раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». В данном разделе рассмотрим несколько задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

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

#### 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В условиях постоянного роста цен на электричество и небольших зарплат населения актуальным является использование ветрогенераторов в повседневной жизни. Основными потребителями разработанных в проекте ветрогенераторов являются владельцы дачных участков, частных домов и коттеджей.

Таблица 6. Сегментация.

		Мощность						
		20	50	100	150	200	300	500
Местность	Пустырь							
	Полу лесистость							
	Лесистость							

Потребители владельцы: **дачных участков**, **частных домов**, **коттеджей**

Исходя из данной таблицы сегментации можно сделать вывод, что спросом будут пользоваться маломощные ветрогенераторы.

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

На сегодняшний день в России производство ветряков с горизонтальной осью мало, а если взять Томскую область, то таких фирм вообще не существует. Фирмы по производству ветряков сконцентрированы в европейской части нашей страны, или в восточной части, это связано с рентабельностью реализации.

Эти организации сконцентрированы на производстве ветрогенераторов пропеллерного типа. У роторов этого типа высокая скорость страгивания, много шума, вибрация, большая цена.

Целью данной работы является спроектировать такой ветрогенератор, который мог бы работать в условиях Томской области. Для проектирования был взят аналог: «Ротор Онипко».

В таблице определены главные преимущества и недостатки компаний ООО "Сапсан Энергия", ЛМВ "Ветроэнергетика", ЗАО "Ветроэнергетическая компания" и нашей разработки.

*Таблица 7. Преимущества и недостатки рассмотренных компаний и нашей разработки.*

Фирма	Преимущества	Недостатки
ООО «Сапсан энергия»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предоставляются услуги по доставке и монтажу;</li> <li>2. Большой опыт работы;</li> <li>3. Наличие Собственного производства;</li> <li>4. Простота эксплуатации;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Габариты;</li> <li>2. Высокая скорость страгивания;</li> <li>3. Отсутствие ветрогенераторов малых мощностей;</li> <li>4. Цена;</li> <li>5. Находится в европейской части России;</li> <li>6. Маленькая номенклатура;</li> <li>7. Высокий уровень шума;</li> <li>8. Требуется высокая мачта;</li> </ol>

ЛМВ «Ветроэнергетика»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большой опыт работы;</li> <li>2. Предоставляют доставку по РФ;</li> <li>3. Наличие Собственного производства;</li> <li>4. Простота эксплуатации;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Находится в Восточной части России;</li> <li>2. Высокая скорость страгивания;</li> <li>3. Габариты;</li> <li>4. Маленькая номенклатура;</li> <li>5. Требуется высокая мачта;</li> </ol>
ЗАО «Ветроэнергетическая компания»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большой опыт работы;</li> <li>2. Предоставляют доставку по РФ;</li> <li>3. Наличие Собственного производства;</li> <li>4. Простота эксплуатации;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая мачта;</li> <li>2. Находится в европейской части России;</li> <li>3. Маленькая номенклатура;</li> <li>4. Высокая Скорость страгивания;</li> </ol>
Ветрогенератор представленный в данном проекте	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уникальность конструкции;</li> <li>2. Маленькая скорость страгивания;</li> <li>3. Маленькие габариты;</li> <li>4. Мало шумность в работе;</li> <li>5. Маленький вес.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие производства компонентов;</li> <li>2. Отсутствие технической поддержки;</li> <li>3. Сложность изготовления;</li> <li>4. Отсутствует доставка по РФ.</li> </ol>

Подведём итог по таблице: каждая фирма имеет свои недостатки и преимущества. Главные преимущества трех представленных компаний: опыт работы, техническая поддержка, наличие собственного производства, а недостаток, в основном, один – это большая скорость страгивания. Главное преимущества нашей разработки является: уникальность, маленькая скорость страгивания. В планах работа над технологической поддержкой и поставка в регионы.

Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 8.



Таблица 8. 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>	Б <sub>к3</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>	К <sub>к3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
1. Скорость страгивания	0,5	5	3	3	3	2,5	1,5	1,5	1,5
2. Номинальная рабочая скорость ветра	0,1	3	5	4	5	0,3	0,5	0,4	0,5
3. Надежность	0,05	4	3	4	4	0,2	0,15	0,2	0,2
4. Безопасность	0,02	5	4	4	4	0,1	0,08	0,08	0,08
5. Удобство в эксплуатации	0,01	5	5	5	5	0,05	0,05	0,05	0,05
6. Ремонтопригодность	0,01	5	4	4	4	0,05	0,04	0,04	0,04
7. Уровень шума	0,01	5	3	3	3	0,05	0,03	0,03	0,03
8. Простота изготовления	0,07	3	5	5	5	0,21	0,35	0,35	0,35
9. Универсальность	0,02	4	4	2	3	0,08	0,08	0,04	0,06
10. Вес	0,01	3	3	2	3	0,03	0,03	0,02	0,03
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>									
1. Уровень проникновения на рынок	0,05	4	4	4	4	0,2	0,2	0,2	0,2
2. Цена	0,1	5	4	3	5	0,5	0,4	0,3	0,5
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,02	5	5	5	5	0,1	0,1	0,1	0,1
4. Послепродажное обслуживание	0,01	2	5	5	5	0,02	0,05	0,05	0,05
5. Финансирование научной разработки	0,01	2	5	5	4	0,02	0,05	0,05	0,04
6. Срок выхода на рынок	0,01	3	4	3	2	0,03	0,04	0,03	0,02
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>Суммарная оценка</b>				<b>4,48</b>	<b>3,66</b>	<b>3,5</b>	<b>3,88</b>

Б<sub>Ф</sub> – разработанный ветрогенератор; Б<sub>К1</sub> – компания по разработке ветрогенераторов, ООО "Сапсан энергия"; Б<sub>К2</sub> – компания по разработке ветрогенераторов ЛМВ "Ветроэнергетика" Б<sub>К3</sub> – компания по разработке ветрогенераторов ЗАО "Ветроэнергетическая компания".

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_i ;$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V<sub>i</sub> – вес показателя (в долях единицы);

B<sub>i</sub> – балл i-го показателя.

Из оценочной карты, можно определить, что для увеличения конкурентоспособности на рынке необходимо увеличение нескольких показателей. После реализации нескольких проектов необходимо повысить качество:

- Надежности;
- Номинальной мощности.

#### 4.2 Расчет цены товара

График Ганта (Линейный график)

Этапы работ (детали, узлы)	Время выполнения работ, ч												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
СБ. ротора													
Ротор	—												
Вал		—											
СБ. ступицы													
Ступица Ч.1		—	—	—									
Ступица Ч.2				—	—	—							
Рама							—	—	—				
Токосъемник									—	—	—		
СБ. ветрогенератора												—	—

## РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ «СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛЫ»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Стекловолокно 7200 tex 24um	кг	1	62	65,72
Полиэфирная смола NORSODYNE 13380 в комплекте с отвердителем	кг	2	378	801,36
Ровинг Т-13	м	3	59	187,62
Шпатлевка povol полиэфирная	кг	0,5	750	397,5
Полиуретановый грунт Ерохітаx PG5	кг	0,3	690	219,42
Эмаль УР-2К ИП RAL9016 2-х компонентная полиуретановая	кг	0,3	560	178,08
Клей ВК-9	г	50	4,5	239,5
Профильная труба квадратная 15x15x1,2	шт	0,15	162	24,758
Лист 1,28x2,5	шт	0,3	1007	320,226
Сталь Шx15	кг	12	49	623,28
Итого: 3057,464 р.				

Цены получены из прайс-листов поставщиков материалов: <https://russian.alibaba.com>, <https://sudizol.ru>, <https://smola-market.ru>, <https://tomsk.regmarkets.ru>, <https://market.yandex.ru>, <http://www.super-kraska.ru>, <http://металл-томск.рф>.

$$C_M = (1 + k_{ТЗ}) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{Pi}$$

$k_{ТЗ} = 0,06$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Таблица 10

**РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ  
«ПОКУПНЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ И ПОЛУФАБРИКАТЫ»**

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на комплектующие, руб.
Генератор	шт	1	15000	15900
Токо съемник	шт	1	1000	1060
Итого: 16960 р.				

$$C_{\Pi} = (1 + k_{\text{ТЗ}}) * C_i;$$

$k_{\text{ТЗ}} = 0,06$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Цены получены из прайс-листов поставщиков компонентов: <https://ru.aliexpress.com>, <http://1mdl.ru>

Таблица 11

**РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ «ВОЗВРАТНЫЕ ОТХОДЫ»**

Наименование	Ед. изм.	Масса заготовки	Масса детали	Цена за ед., руб.	Затраты на возвратные отходы, руб.
Ступица Ч.1. (Сталь 45)	кг	8,83	1,44	6,755	43,3
Ступица Ч.2. (Сталь 45)	кг	3,61	0,52	6,755	20,5
Итого: 63,8 р.					

$$C_{\text{от}} = M_{\text{от}} * C_{\text{от}} = (V_{\text{чр}} - V_{\text{чст}}) * (1 - \beta) * C_{\text{от}};$$

$\beta$  – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

**РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ «ОСНОВНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ»**

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к.}}}{60} * \text{ЧТС}_i * k_{\text{пр}};$$

$k_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде.

$$C_{\text{озп}} = \frac{60}{60} * 60 * 1,4 + \frac{30}{60} * 60 * 1,4 + \frac{120}{60} * 60 * 1,4 + \frac{120}{60} * 60 * 1,4 + \frac{20}{60} * 60 * 1,4 + \frac{120}{60} * 60 * 1,4 + \frac{120}{60} * 60 * 1,4 + \frac{30}{60} * 60 * 1,4 + \frac{60}{60} * 60 * 1,4 = 952 \text{ р};$$

*РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ «ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ»*

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{д}};$$

$k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

$$C_{\text{дзп}} = 952 * 1,1 = 1047,2 \text{ р};$$

*РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ «НАЛОГИ, ОТЧИСЛЕНИЯ В БЮДЖЕТ И ВНЕ-БЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ»*

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) * (O_{\text{с.н.}} + O_{\text{стр.}}) / 100;$$

$O_{\text{с.н.}}$  – ставка социального налога (принять 30 %);  $O_{\text{стр.}}$  – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_{\text{н}} = 1045,2 * (30\% + 0,7\%) / 100 = 321,5 \text{ р};$$

*РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ «РАСХОДЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ»*

*Элемент «а»*

*Таблица 12*

Тип оборудования	Стоимость, руб.	Количество	Срок эксплуатации, лет	Амортизационные отчисления, руб.
Токарный станок	528000	2	8	264
Гидрорез	10000000	1	10	92,12
Сварочное оборудование	50000	1	5	8,7
Gel-Coat	1500000	1	5	176,5
Матрица ротора	15000	3	1	90
Итого: 630,94 р.				

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i * N_{ai} + \sum_j^m \Phi_j * N_{aj};$$

где  $\Phi_i$  – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования  $i$ -го типа,  $i = 1, \dots, T$ ;  $T$  – количество типов используемого оборудования;  $\Phi_j$  – то же

для  $j$ -го типа оснастки  $j=1, \dots, m$ ;  $m$  – количество типов используемой оснастки;  $N_{обi}$  и  $N_{оснj}$  – соответствующие нормы амортизации.

$$N_a = \frac{1}{T_{ти}}$$

где  $T_{ти}$  – срок полезного использования

$$N_{а т} = \frac{1}{8} = 0,125;$$

$$N_{а г} = \frac{1}{10} = 0,1;$$

$$N_{а с} = \frac{1}{5} = 0,2;$$

$$N_{а G} = \frac{1}{5} = 0,2;$$

$$N_{а м} = \frac{1}{1} = 1;$$

$$A_{год} = \Phi_i * N_{ai};$$

$$A_{год т} = 528000 * 0,125 = 66000 \text{ P/год};$$

$$A_{год г} = 10000000 * 0,1 = 1000000 \text{ P/год};$$

$$A_{год с} = 50000 * 0,2 = 10000 \text{ P/год};$$

$$A_{год G} = 1500000 * 0,2 = 300000 \text{ P/год};$$

$$A_{год м} = 15000 * 1 = 15000 \text{ P/год};$$

$$l_{кр} = \frac{N_B * \sum_{i=1}^P t_i^{шт.к.}}{\sum_{i=1}^P F_i};$$

где  $N_B$  – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;  $P$  – количество операций в технологическом процессе;  $t_i^{шт.к.}$  – штучно-калькуляционное время на  $i$ -й операции процесса,  $i = 1, \dots, P$ ;  $F_i$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на  $i$ -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

$$l_{кр т} = \frac{500 * (2 + 2 + 0,5)}{2014} = 1,12;$$

$$l_{кр г} = \frac{500 * 0,17}{2014} = 0,04;$$

$$l_{кр с} = \frac{500 * 1,5}{2014} = 0,37;$$

$$l_{кр G} = \frac{500 * 1}{2014} = 0,25;$$

$$l_{кр м} = \frac{500 * 10}{2014} = 2,5;$$

Если  $l_{кр} \geq 0,6$ , то  $C_a = \frac{A_{год}}{N_B}$ ;

В противном случае  $C_a = \frac{A_{год}}{N_B} * \frac{l_{кр}}{\eta_{з.н.}}$ ;

где  $\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

Расчет амортизационных отчислений:

$$C_{ат} = \frac{66000}{500} * 2 = 264 \text{ P/дет};$$

$$C_{аг} = \frac{1000000}{500} * \frac{0,04}{0,85} * 1 = 94,12 \text{ P/дет};$$

$$C_{ас} = \frac{10000}{500} * \frac{0,37}{0,85} * 1 = 8,7 \text{ P/дет};$$

$$C_{аг} = \frac{300000}{500} * \frac{0,25}{0,85} * 1 = 176,5 \text{ P/дет};$$

$$C_{ам} = \frac{15000}{500} * 3 = 90 \text{ P/дет};$$

#### Элемент «b»

Полные затраты на содержание:

$$C_{экс} = (C_{озп} + C_{дзп} + C_n) * 0,4;$$

$$C_{экс} = (1047,2 + 613,75) * 0,4 = 664,38 \text{ p.};$$

Стоимость материалов:

$$C_{мэкс} = C_a * 0,2;$$

$$C_{мэкс} = 630,94 * 0,2 = 126,188 \text{ p.};$$

Затраты на все виды энергии:

$$C_{эл.п.} = Ц_э * K_n * \sum_{i=1}^p W_i * K_{вi} * t_i^{шт.к.};$$

где  $Ц_э$  – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;  $K_n$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);  $W_i$  – мощность электропривода оборудования, используемого на  $i$ -й операции;  $K_{вi}$  – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, применяется при невозможности непосредственно определить  $t_i^{маш}$  и принимается равным 0,6 – 0,7 от  $t_i^{шт.к.}$ .

$$C_{эл.п.} = 5,8 * 1,05$$

$$* \sum_{i=1}^p 0,6 * 0,7 * 4,5 * 4,5 + 1,2 * 0,7 * 0,17 * 0,17 + 3 * 0,7 * 1,5 * 1,5$$

$$+ 0,5 * 0,7 * 1 * 1 = 118,32 \text{ p.};$$

*Элемент «с» (ремонт оборудования)*

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} * (0,1 - 0,12);$$

$$C_{\text{рем}} = 952 * 0,1 = 95,2 \text{ р.};$$

*Элемент «е» (погашение стоимости инструментов и ...)*

Инструмент: Резец проходной отогнутый ВК8 20 × 12 × 120 мм

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{ТЗ}}) * \sum_{i=1}^P \Pi_{\text{и}i} * t_{\text{рез.}i} * m_i}{T_{\text{ст.и}j} * n_j};$$

где  $\Pi_{\text{и}i}$  – цена инструмента, используемого на  $i$ -й операции,  $i = 1, \dots, P$ ;  $t_{\text{рез.}i}$  – время работы инструмента, применяемого на  $i$ -й операции, мин.;  $m_i$  – количество одновременно используемых инструментов;  $T_{\text{ст.и}i}$  – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);  $n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента;  $k_{\text{ТЗ}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{\text{ТЗ}}=0,06$ ).

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + 0,06) * \sum_{i=1}^P 24,3 * 34 * 1 + 35,49 * 15 * 1}{18 * 3} = 17,25 \text{ р.};$$

*РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ «ОБЩЕЦЕХОВЫЕ РАСХОДЫ»*

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} * (0,5 - 0,8);$$

$$C_{\text{оп}} = 952 * 0,8 = 761,6 \text{ р.};$$

*РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ  
«ОБЩЕХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСХОДЫ»*

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{ох}}; C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} * k_{\text{ох}};$$

Расчет производится с помощью коэффициента  $k_{\text{ох}}$ , устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение  $k_{\text{ох}} = 0,5$ .

$$C_{\text{ох}} = 952 * 0,5 = 476 \text{ р.};$$

*РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПО СТАТЬЕ  
«РАСХОДЫ НА РЕАЛИЗАЦИЮ (ВНЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ)»*

$$C_{\text{р.р}} = 0,01 * (C_{\text{М}} + C_{\text{П}} - C_{\text{от}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{Н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}});$$

$$C_{\text{р.р}} = 0,01 * (3057,464 + 16960 - 63,8 + 1047,2 + 321,5 + 630,94 + 664,38 + 126,188 + 118,32 + 95,2 + 17,25 + 761,6 + 476) = 242,12 \text{ р.};$$



### *РАСЧЕТ ПРИБЫЛИ*

$$C_{\text{пр}} = 0,2 * (C_{\text{М}} + C_{\text{П}} - C_{\text{от}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}} + C_{\text{р.р}});$$

$$C_{\text{пр}} = 0,2 * (3057,464 + 16960 - 63,8 + 1047,2 + 321,5 + 630,94 + 664,38 + 126,188 + 118,32 + 95,2 + 17,25 + 761,6 + 476 + 242,12) = 4890,9 \text{ р.};$$

### *РАСЧЕТ НДС*

$$C_{\text{ндс}} = 0,18 * (C_{\text{М}} + C_{\text{П}} - C_{\text{от}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}} + C_{\text{р.р}} + C_{\text{пр}});$$

$$C_{\text{ндс}} = 0,18 * (3057,464 + 16960 - 63,8 + 1047,2 + 321,5 + 630,94 + 664,38 + 126,188 + 118,32 + 95,2 + 17,25 + 761,6 + 476 + 242,12 + 4890,9) = 5282,15 \text{ р.};$$

### *ЦЕНА ИЗДЕЛИЯ*

$$C_{\text{цена}} = C_{\text{М}} + C_{\text{П}} + C_{\text{от}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}} + C_{\text{р.р}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{ндс}};$$

$$C_{\text{цена}} = 3057,464 + 16960 - 63,8 + 1047,2 + 321,5 + 630,94 + 664,38 + 126,188 + 118,32 + 95,2 + 17,25 + 761,6 + 476 + 242,12 + 4890,9 + 5282,15 = 34628 \text{ р.}$$

### **Вывод**

По результатам раздела финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения выпускной квалификационной работы было установлено, что на изготовление одного изделия в масштабах мелкосерийного производства уйдет одиннадцать с половиной часов рабочего времени в составе одного исполнителя. Цена изделия составит 34628 рублей, что является выгодным по сравнению с конкурентами. Для того чтобы снизить стоимость установки в будущем планируется самостоятельное производство генераторов.

## 5. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Школа	Новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность)	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Уровень образования	Бакалавр
Отделение	Материаловедения
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Волегову Никите Ивановичу

Тема работы:

Проектирование ветрогенераторов для малоэтажного строительства в Томской области

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, эл – магнитные поля, ионизирующие излучения)</li><li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, эле – критической, пожарной и взрывной природы)</li><li>– негативного воздействия на окружающую природную среду</li><li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li></ul>	<p><u>Рабочее место</u> – зоны, под открытым небом. Естественная вентиляция воздуха. Освещение: Естественный и искусственный источники. Рабочее оборудование – ПЭВМ.</p> <p><u>Вредные факторы:</u> повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации, повышенное электромагнитное излучение оборудования</p> <p><u>Опасные факторы:</u> подвижные части производственного оборудования.</p> <p><u>Негативное влияние на окружающую среду:</u> бытовые отходы.</p> <p><u>Чрезвычайные ситуации:</u> пожар, глобальные катастрофы.</p>

<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ГОСТ 12.2.062-81;</li> <li>– ГОСТ 12.1.012-90;</li> <li>– ГОСТ 12.4.026-2001;</li> <li>– ГОСТ 12.1.003-83;</li> <li>– ГОСТ 12.2.003-91;</li> <li>– ГОСТ 12.2.062-81;</li> <li>– ГОСТ 22.0.02-94;</li> <li>– СанПиН 2.2.4.548-96;</li> <li>– СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 (с изм. 2016 г.);</li> <li>– СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03;</li> <li>– СНиП 2.10.02-84.</li> <li>– СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96</li> </ul>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b></p>	
<p>1. Анализ выявленных <b>вредных</b> факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– Приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– Предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Шум негативно сказывается на психофизиологическом состоянии.</li> <li>– Вибрация отрицательно сказывается на здоровье человека при длительном пребывании вблизи устройства.</li> <li>– Негативные электромагнитное и ионизирующее излучения отрицательно сказываются на нервной и иммунной системе человеческого организма.</li> <li>– Средства защиты: Увеличение перерывов, уменьшение мощности БП и сокращение времени работы.</li> </ul>
<p>2. Анализ выявленных <b>опасных</b> факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты)</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты)</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>Механические опасности:</u> Источники травмирования: подвижные части производственного оборудования. Защита: кожаные, датчики и кнопки экстренной остановки.</li> <li>– <u>Термические опасности отсутствуют.</u></li> <li>– <u>Электробезопасность отсутствуют</u></li> <li>– <u>Пожаровзрывобезопасность:</u> Возможный пожар вследствие КЗ или попадания воспламеняющихся материалов в рабочую зону.</li> </ul>
<p>3. Региональная безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Влияние на селитебную зону отсутствует.</li> <li>– Оборудование не производит вредных и опасных отходов в атмосферу и гидросферу</li> </ul>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> </ul>	<p><u>Возможная ЧС: Пожар.</u> <u>Превентивные меры:</u> Повышение уровня электроизоляции, устройство оповещения при пожаре, датчики дыма <u>Меры по повышению устойчивости объекта к пожару:</u> соблюдение техники безопасности. <u>Действия и меры по ликвидации пожара:</u> соблюдение техники безопасности, вызов пожарных.</p>

– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей</li> <li>– зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	Правовые нормы труда должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 и ГОСТ 12.1.003-83

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Е.С.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Волегов Никита Иванович		

## **Введение**

В ходе дипломной работы был спроектирован ветрогенератор для получения электрической энергии и проведены необходимые расчеты с помощью специального программного обеспечения. Исходя из этого определяются условия эксплуатации на данном оборудовании, обнаружение и изучение физических и биологических факторов, отрицательно влияющих на здоровье человека и окружающую среду.

В данном разделе изложен комплекс мероприятий минимизирующих неблагоприятные последствия производства и эксплуатации разработки. Все рекомендуемые меры согласуются с существующими стандартами техники безопасности, эргономики, нормами санитарии, экологической и пожарной безопасности.

### **5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды**

При проектировании ветрогенератора для получения энергии, важное значение сфокусировано на том, чтобы физические и биологические факторы были минимизированы и не оказывали вредного воздействия на людей. Оптимальными условиями пользования устройством принято считать условия, при которых человек сохраняет свое здоровье, а также позволяет пользоваться данным оборудованием продолжительное время, без потери качества продукции.

#### **5.1.1 Повышенный уровень шума при работе установки**

Одним из наиболее опасных и вредных факторов является шум, поэтому при работе установки должны соблюдаться нормы по уровню шума. Согласно СанПиН без вреда для органов слуха человек способен выносить постоянный шум днем в 55 децибел, ночью 40 децибел.

Шум – это беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков, способных оказывать неблагоприятное воздействие на организм.

В данной работе разработан ветрогенератор. Ветряные энергетические установки производят две разновидности шума:

- механический шум – шум от работы механических и электрических компонентов (для современных ветроустановок практически отсутствует, но является значительным в ветроустановках старших моделей)
- аэродинамический шум – шум от взаимодействия ветрового потока с лопастями установки (усиливается при прохождении лопасти мимо башни ветроустановки).

Шум от спроектированной установки не превышает 40 децибел, что является ниже допустимых норм, это обусловлено тем, что ветрогенератор тихходный.

### **5.1.2 Повышенный уровень вибрации при работе установки**

Источником вибрации данной установки может являться вращение ротора ветрогенератора. Во время работы ротора на концах лопастей образуются вихри, которые, собственно, и есть источниками инфразвука, чем больше мощность ветряка, тем больше мощность вибрации и негативное воздействие на живую природу. Но это все относится к мощным ветроэлектростанциям. Малая ветроэнергетика в этом аспекте намного безопасней.

Так же стоит отметить, что вибрация, создаваемая установкой может оказывать воздействие на человека, в случае, когда человек будет находится в непосредственной близости с установкой, которая, в свою очередь, будет находится в рабочем состоянии.

Различают два типа вибрации: общая вибрация и локальная.

При общем воздействии вибрации, вибрация влияет на весь организм, в целом. Эти нарушения обычно вызывают головные боли, снижение работоспособности, головокружения, нарушения сна, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности и другие.

При локальном воздействии вибрации, вибрация действует на определённые части тела человека. Верхние конечности наиболее подвержены её воздействию, что приводит к возникновению страшных заболеваний таких, как: запястный туннельный синдром, патогенез и другие.

Согласно ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность», амплитуда вибрации в помещении не должна превышать  $0,0072 \times 10^{-3}$  м при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц.

Для снижения и предотвращения уровня вибрации на установке предусмотрен жесткий крепёж частей и деталей установки, для лопастей выбран оптимальный аэродинамический профиль, ветроколесо хорошо отбалансировано, генератор в рабочем состоянии, своевременно проводить техосмотр.

### **5.1.3 Электромагнитное излучение оборудования**

Все используемые человеком электрические приборы, устройства и даже провода, создают электромагнитное излучение. Электромагнитное излучение при определённых уровнях может оказывать отрицательное воздействие на организм человека, животных и других живых существ, а также неблагоприятно влиять на работу электроники.

Проектируемая установка имеет генератор, который в свою очередь является источником ЭМИ. Излучение от нашей установки не больше чем от кондиционера или дрели. Ветрогенератор большой мощности (более 100 кВт) создают более мощное электромагнитное поле, они действительно могут оказывать негативное влияние на здоровье, но их не устанавливают вблизи жилой зоны.

В настоящее время предусмотрены нормы излучения по СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные поля в производственных условиях" предельно допустимые уровни напряженности электрического и магнитного поля при воздействии в течение всей смены составляет 500 В/м и 50 А/м.

Защита от действия электромагнитного излучения

- Экранирование (активное и пассивное; источника электромагнитного излучения или же объекта защиты; комплексное экранирование).
- Удаление источников из ближней зоны; из рабочей зоны.
- Конструктивное совершенствование оборудования с целью снижения используемых уровней ЭМИ, общей потребляемой и излучаемой мощности оборудования.
- Ограничение времени пребывания людей в зоне действия ЭМИ.

## **5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды**

### **5.2.1 Подвижные части оборудования**

Подвижные части оборудования представляют собой опасность, для людей, которые так или иначе взаимодействуют с оборудованием. Неправильное использование оборудования и нарушение техники безопасности, может повлечь серьезные увечья и травмы. Оборудование такого типа должно иметь защиту от внезапного или случайного включения для обеспечивать безопасность рабочих при наладке оборудования.

Как сказано ранее, подвижные части оборудования представляют собой опасность, в случае, когда человек будет находится в состоянии прямого контакта с оборудованием. Поэтому для того, чтобы обезопасить себя от данной ситуации не стоит касаться установки, находящейся в рабочем состоянии.

Требования к безопасности оборудования регламентированы в ГОСТ 12.2.003-91.

Безопасность конструкции оборудования обеспечивается:

1. Выбором принципов действия и конструктивных решений, источников энергии и характеристик энергоносителей, параметров рабочих процессов, системы управления и ее элементов;
2. Минимизацией потребляемой и накапливаемой энергии при функционировании оборудования;
3. Выбором комплектующих изделий и материалов для изготовления конструкций, а также применяемых при эксплуатации;
4. Выбором технологических процессов изготовления;
5. Применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных (в том числе пожаровзрывоопасных) ситуаций;

6. Надежностью конструкции и ее элементов (в том числе дублированием отдельных систем управления, средств защиты и информации, отказы которых могут привести к созданию опасных ситуаций);
7. Применением средств механизации, автоматизации (в том числе автоматического регулирования параметров рабочих процессов) дистанционного управления и контроля;
8. Возможностью использования средств защиты, не входящих в конструкцию;
9. Выполнением эргономических требований;
10. Ограничением физических и нервнопсихических нагрузок на работающих.

Для обеспечения защиты людей от получения травм и рабочих органов от попадания воды, снега установлен защитный кожух. Кожух представляет собой листовую конструкцию, сваренную между собой. Установку следует устанавливать на высоте, в целях безопасности от попадания в ветрогенератор ребёнка. Если же установить ветрогенератор на уровне земли, то следует установить вокруг ограду.

Оборудование укомплектовывается нормативно-технической документацией. При выполнении требований эксплуатации при работе, оборудование должно отвечать требованиям безопасности в течение всего срока службы.

### **5.2.2 Региональная безопасность**

В настоящее время, одной из важных задач человечества является защита окружающей среды. Промышленные отходы, которые предприятия выбрасывают в атмосферу, водоемы и недра земли, на данный момент, превышают допустимые санитарные нормы. Для уменьшения количества выбросов в атмосферу следует отказаться от старых методов производства в пользу методов, обеспечивающих безотходность.

Разработанная установка является средством добычи электрической энергии наиболее экологичным и безотходным, для окружающей среды, методом. Проектируемую конструкцию нужно устанавливать в открытую зону, на селитебную территорию, так как для работы установки необходимо активное взаимодействие с ветровыми потоками.

В итоге, при работе установки не возникает вредных отходов, потому что главной особенностью данного оборудования является то, что получение электрической энергии осуществляется альтернативным.

### **5.2.3 Защита в чрезвычайных ситуациях**

«Чрезвычайная ситуация; ЧС: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или



повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.» [ГОСТ 22.0.02-94]

Наиболее вероятная ЧС при работе данного оборудования – пожар, вызванный коротким замыканием. Несоблюдение техники безопасности чревато возникновением пожара и уничтожением установки.

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется:

Проводить организационные мероприятия:

- Проводить техосмотр;
- Соединять рабочие органы проводами необходимого сечения и соответствующего материала

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется проводить пожарно-профилактические мероприятия:

- Организационные мероприятия:
  1. Размещение инструкций по предотвращению и борьбе с пожаром.
- Эксплуатационные мероприятия:
  1. Соблюдение техники безопасности при работе оборудования;
  2. Соблюдение норм эксплуатации оборудования;
  3. Обеспечение свободного прохода;
  4. Содержание оборудования в исправном состоянии.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с ГОСТ 12.2.062-81, оборудование должно быть оборудовано защитными устройствами:

- Исключающими вылет рабочих элементов из рабочей зоны;
- Исключающими взаимодействие человека с движущимися узлами оборудования за пределами рабочей зоны.
- Исключающими расположение не закрытых защитными оградами движущихся элементов оборудования за пределами рабочей зоны.
- Защитные устройства не должны ограничивать возможности установки.
- Оборудование должно быть оснащено кнопками экстренной остановки.

## **Вывод**

В ходе проделанной работы в разделе социальная ответственность, было выявлено что разработка не порождает вредных факторов. Она бесшумна, не создаёт вибрация и электромагнитных излучений, что сказывается благоприятно на окружающих людей, использующих данное оборудование. А также были составлены требования по эксплуатации устройства и рекомендации по защите установки от сбоев в работе.

## **Заключение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы спроектирован ветрогенератор для условий Томской области. Проведен обзор альтернативных источников энергии, а также обзор существующих технических решений. В которых были указаны ряд недостатков и решены в данной работе. Разработаны электрическая схема и кинематическая схема ветрогенератора. Подобраны комплектующие, необходимые для работы установки, а также разработаны конструкции для оптимального использования ветрогенератора в домашнем хозяйстве.

В ходе выполнения технологического раздела дипломной работы был спроектирован технологический процесс изготовления плиты в условиях мелкосерийного производства. Была рационально выбрана заготовка для плиты, составлен технологический маршрут обработки, рассчитаны припуски на механическую обработку, выбрано необходимое оборудование, в соответствии с режимами резания, выполнено нормирование технологического процесса.

По результатам раздела финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения было установлено, что на изготовление одного изделия в масштабах мелкосерийного производства уйдет одиннадцать с половиной часов рабочего времени в составе одного исполнителя. Цена изделия составит 34628 рублей, что является выгодным по сравнению с конкурентами. Для того чтобы снизить стоимость установки в будущем планируется самостоятельное производство генераторов.

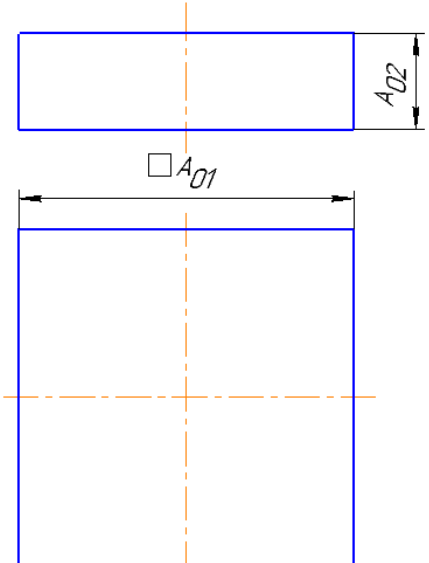
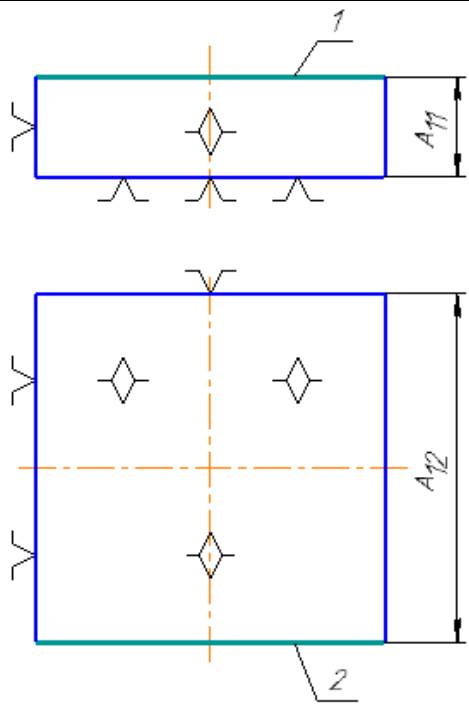
При анализе разработанной установки в разделе социальная ответственность было выявлено что разработка не порождает вредных факторов. Она бесшумна, не создаёт вибрация и электромагнитных излучений, что сказывается благоприятно на окружающих людей, использующих данное оборудование. А также были составлены требования по эксплуатации устройства и рекомендации по защите установки от сбоев в работе.

## Список литературы

1. Косилова А.Г. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496с., ил.
2. Все инструменты.ру <http://www.vseinstrumenti.ru/rashodnie-materialy/instrument/dlya-dreley/udarn/sverla/po-metallu/griff/120-grad-16-mm-r6m5-ts-h-a400053>. Дата обращения 20.11.2017
3. Косилова А.Г. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496с., ил.
4. Невастанкомаш, [https://dvt-spb.ru/catalog/mokpo\\_sverliln/sverliln\\_knuth/ksb\\_40\\_snc/](https://dvt-spb.ru/catalog/mokpo_sverliln/sverliln_knuth/ksb_40_snc/). Дата обращения 25.11.2017
5. Антонюк В.Е. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. Издательство «Беларусь», 1986 г.–350 с.
6. Контурный ветрогенератор, <https://hvoya.wordpress.com/2012/08/16/windtronics/> Дата доступа 10.05.18.
7. ЭнергоМир, <http://energomir.biz/alternativnaya-energetika/veter/parusnyj-vetrogenerator.html> Дата доступа 10.05.18.
8. Дирижабль – ветрогенератор, <https://www.dailytechinfo.org/eco/3517-mashiny-monstry-vysotnyu-vetrogenerator-dirizhabl-sposob-polucheniya-deshevoy-vozobnovlyaemoj-energii.html> Дата доступа 10.05.18.
9. Ветрогенератор Energy Ball, <http://gutdom.ru/systems/vetrogenerator-home-energy-ball-v100.html>, Дата доступа 10.05.18.
10. Альтернативная энергия для дома и дачи, <https://mirenergii.ru/energiyavetra/vetrogenerator-ukrainskogo-akademika-onipko.html>, Дата доступа 10.05.18.
11. Электрика в доме, <http://electricadom.com/plyusy-i-minusy-vertikalnykh-vetrogeneratorov-ikh-vidy-i-osobennosti.html>, Дата доступа 10.05.18.
12. Домишко, [https://eco-domishko.blogspot.ru/2016/10/blog-post\\_16.html](https://eco-domishko.blogspot.ru/2016/10/blog-post_16.html), Дата доступа 10.05.18.
13. Все об альтернативной ветроэнергетики, <https://tcip.ru/blog/wind/osnovnye-vidy-vetrogeneratorov-vertikalnye-gorizontálne.html>, Дата доступа 10.05.18.
14. Совет инженера, <http://sovet-ingenera.com/eco-energy/generators/vertikalnyj-vetrogenerator-svoimi-rukami.html>, Дата доступа 10.05.18.
15. Дача, <https://agronomu.com/bok/6396-kak-sdelat-vetrogenerator-svoimi-rukami.html>, Дата доступа 10.05.18.
16. Харитонов В.П. Автономные ветроэлектрические установки. –М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006 – 280с.

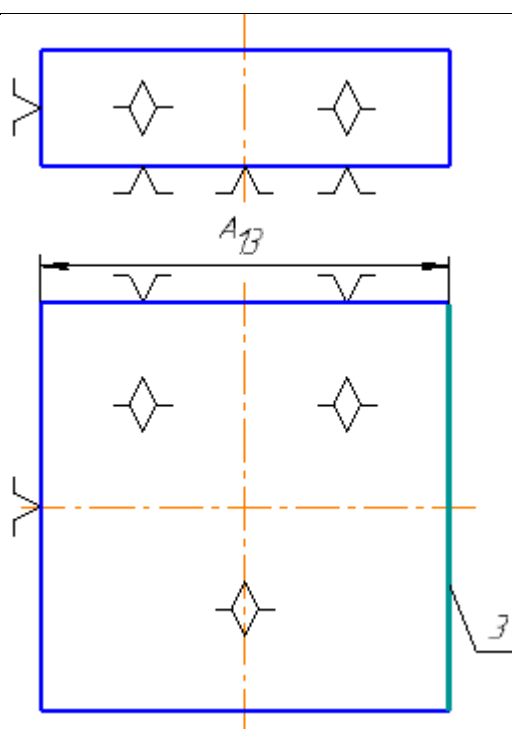
- 17.Германовича В. и Турилина А. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. — СПб: Наука и Техника, 2014. — 320 с.
- 18.Тлеухов А.Х. Нетрадиционные источники энергии, - Астана: Фолиант, 2009 – 248 с.
- 19.Позняк, С. С. Энергосбережение и альтернативная энергетика / С. С. Позняк. - Минск :, 2015. - 187 с.
- 20.Сибикин Ю.Д. Сибикин М.Ю. Альтернативные источники энергии, -М.: Москва. 2014, 248с.

Технологический маршрут обработки детали

<p>005 Заготовительная Получить деталь литьем типа призмы, выдерживая размеры: <math>A_{01}</math>; <math>A_{02}</math>.</p>	
<p>010 Черновая фрезерная с ЧПУ А. Установить заготовку в координатный угол и закрепить; 1. Фрезеровать поверхность 1 выдерживая размер <math>A_{11}</math>; 2. Фрезеровать поверхность 2, выдерживая размер <math>A_{12}</math>.</p>	

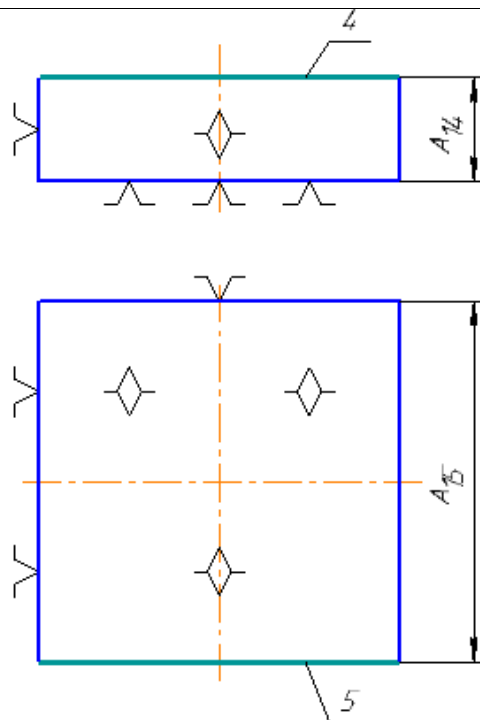
Б. Установить заготовку в координатный угол и закрепить;

1. Фрезеровать поверхность 3, выдерживая размер  $A_{13}$ .

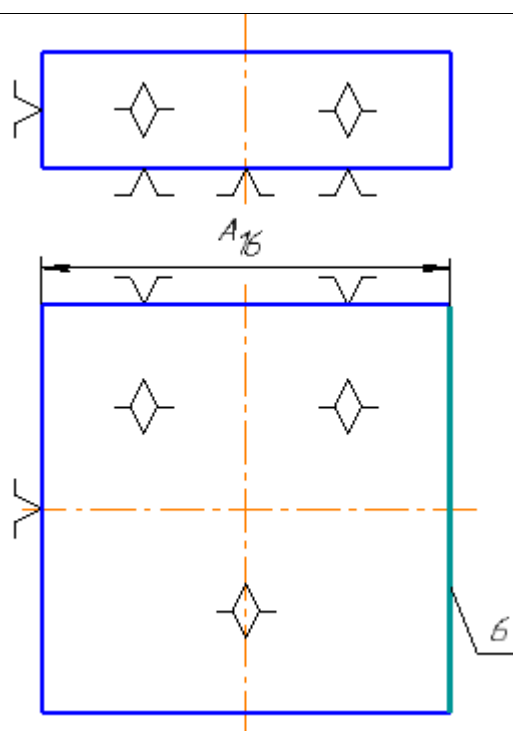


В. Установить заготовку в координатный угол и закрепить;

1. Фрезеровать поверхность 4 выдерживая размер  $A_{14}$ ;
2. Фрезеровать поверхность 5, выдерживая размер  $A_{15}$ .

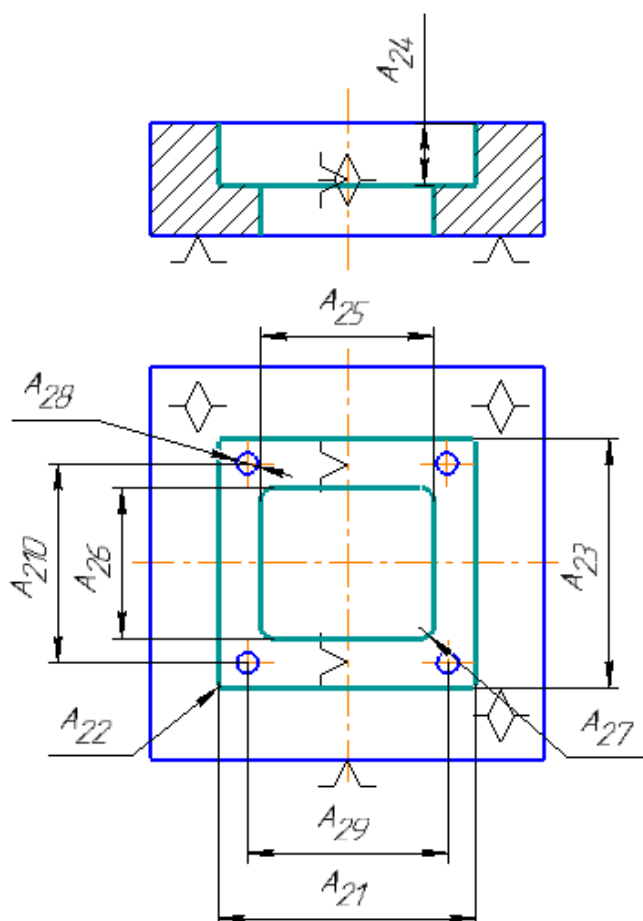


- Г. Установить заготовку в координатный угол и закрепить;
1. Фрезеровать поверхность б, выдерживая размер  $A_{16}$ .



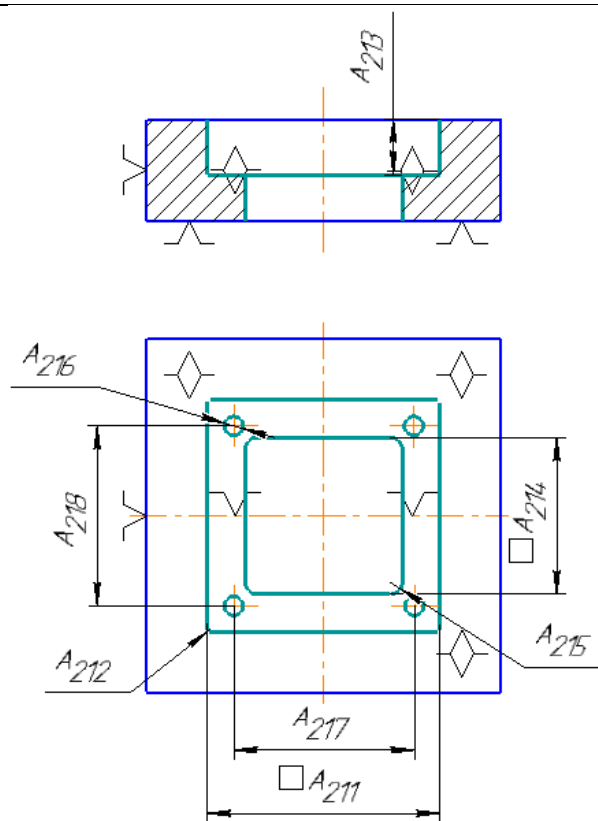
015 Черновая фрезерно-сверлильная с ЧПУ

- А. Установить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;
1. Фрезеровать пазы по программе выдерживая размеры  $A_{21}$ - $A_{27}$ .
  2. Сверлить сквозные отверстия, выдерживая размеры  $A_{28}$ - $A_{210}$ .



Б. Установить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;

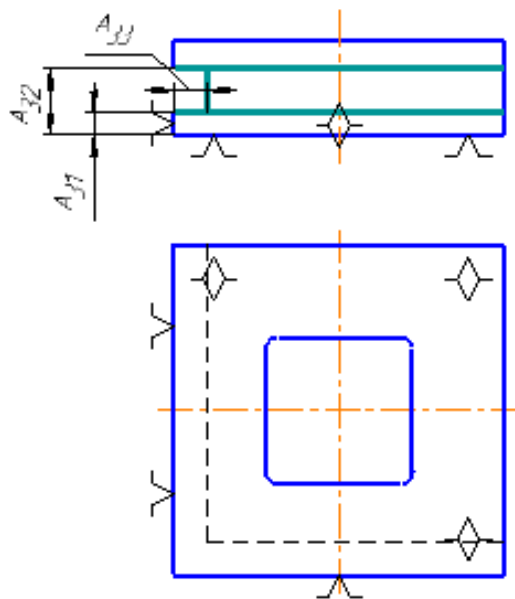
1. Фрезеровать пазы по программе выдерживая размеры  $A_{211}$ - $A_{215}$ .
2. Сверлить сквозные отверстия, выдерживая размеры  $A_{216}$ - $A_{218}$ .



020 Черновая фрезерная с ЧПУ

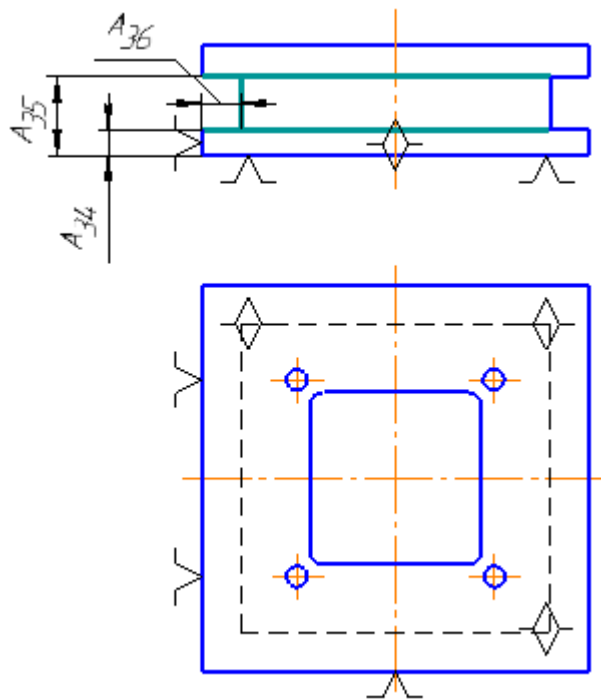
А. Установить заготовку, затем закрепить;

1. Фрезеровать паз, выдержать все размеры, указанные на эскизе.



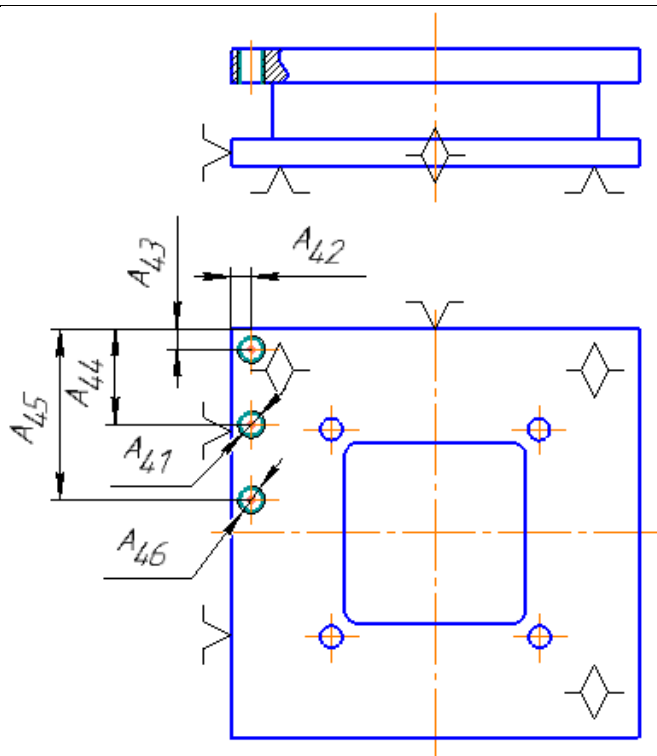


- Б. Установить заготовку, затем закрепить;
1. Фрезеровать паз, выдержать все размеры указанные на эскизе.

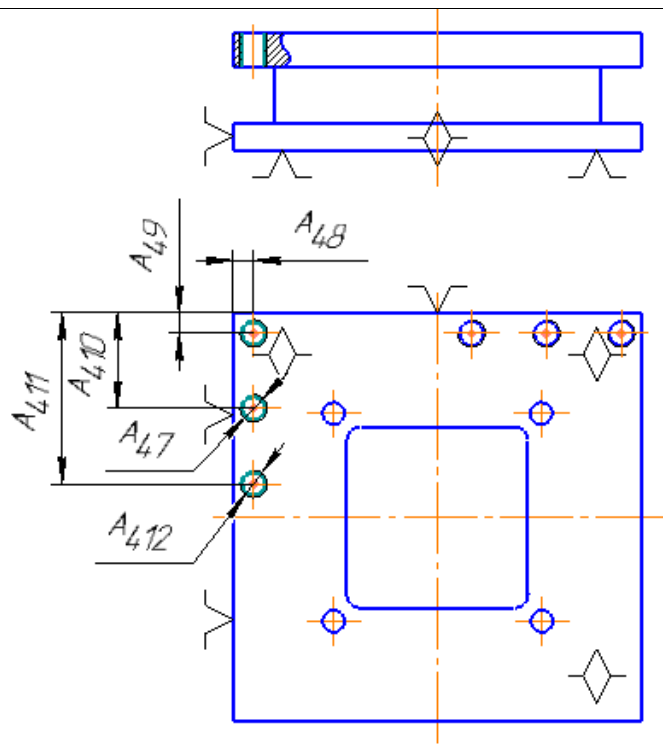


### 025 Сверлильная с ЧПУ

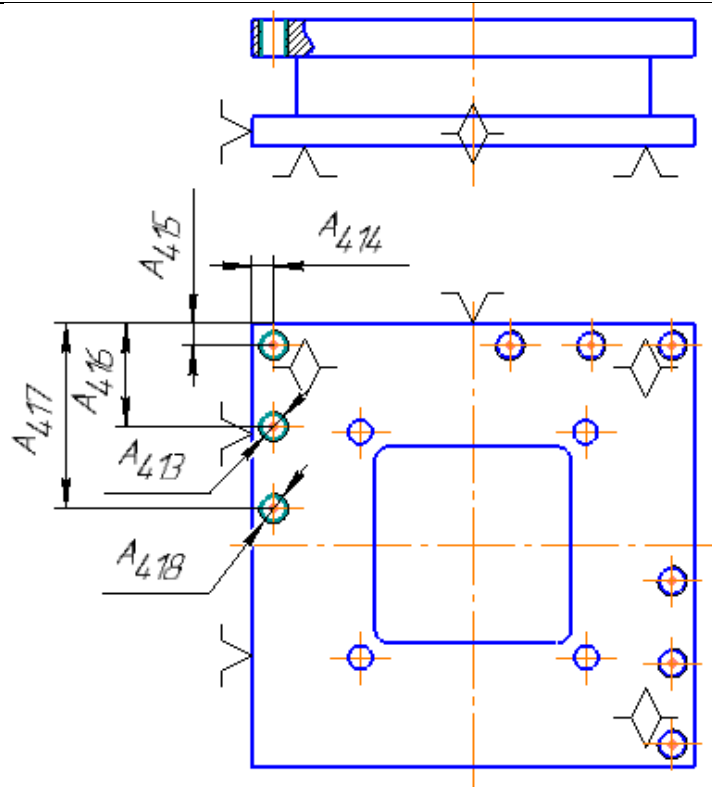
- А. Установить заготовку в координатный угол и закрепить;
1. Сверлить отверстия, выдерживая размеры  $A_{41}$ - $A_{45}$ .
  2. Нарезать резьбу, выдерживая размер  $A_{46}$ .



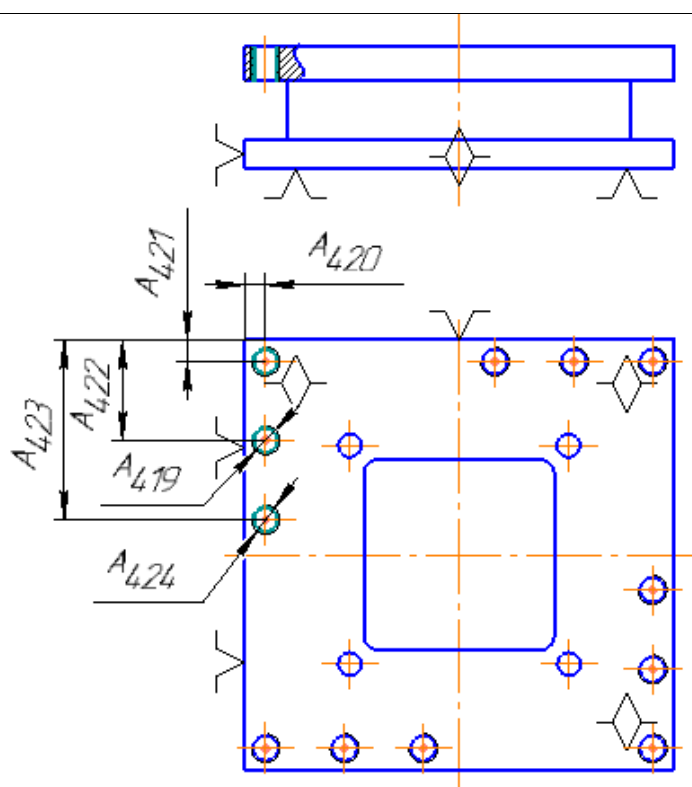
- Б. Установить заготовку в координатный угол и закрепить;
1. Сверлить отверстия, выдерживая размеры  $A_{47}$ - $A_{411}$ .
  2. Нарезать резьбу, выдерживая размер  $A_{412}$ .



- В. Установить заготовку в координатный угол и закрепить;
1. Сверлить отверстия, выдерживая размеры  $A_{413}$ - $A_{417}$ .
  2. Нарезать резьбу, выдерживая размер  $A_{418}$ .

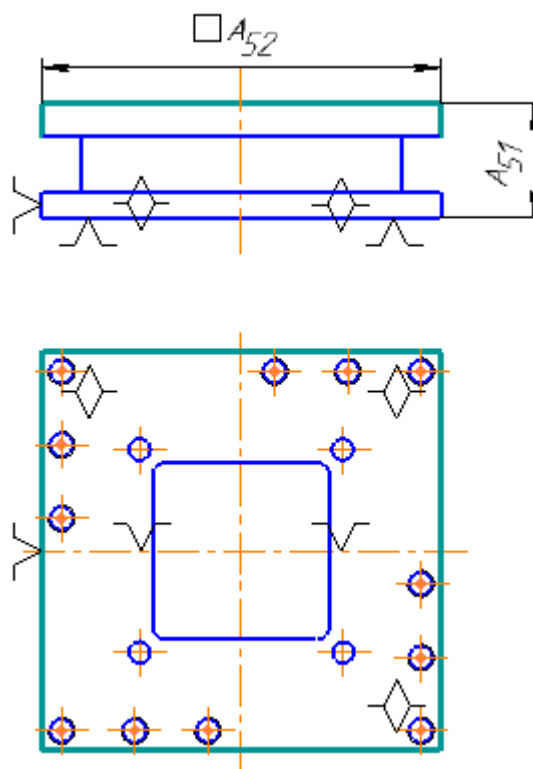


- Г. Установить заготовку в координатный угол и закрепить;
1. Сверлить отверстия, выдерживая размеры  $A_{419}$ - $A_{423}$ .
  2. Нарезать резьбу, выдерживая размер  $A_{424}$ .



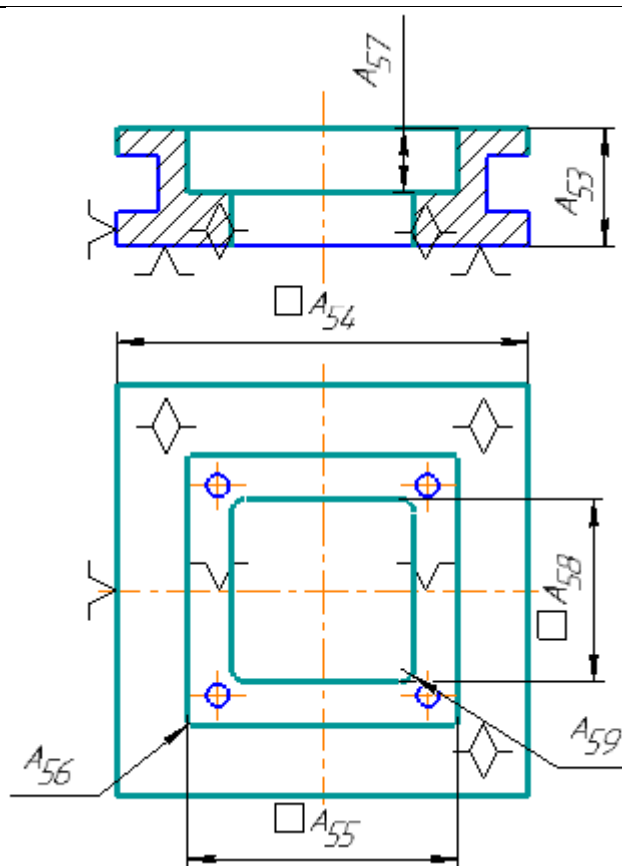
030 Чистовая фрезерная с ЧПУ

- А. Установить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;
1. Фрезеровать поверхности, выдерживая размеры  $A_{51}$ ,  $A_{52}$ .



Б. Переустановить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;

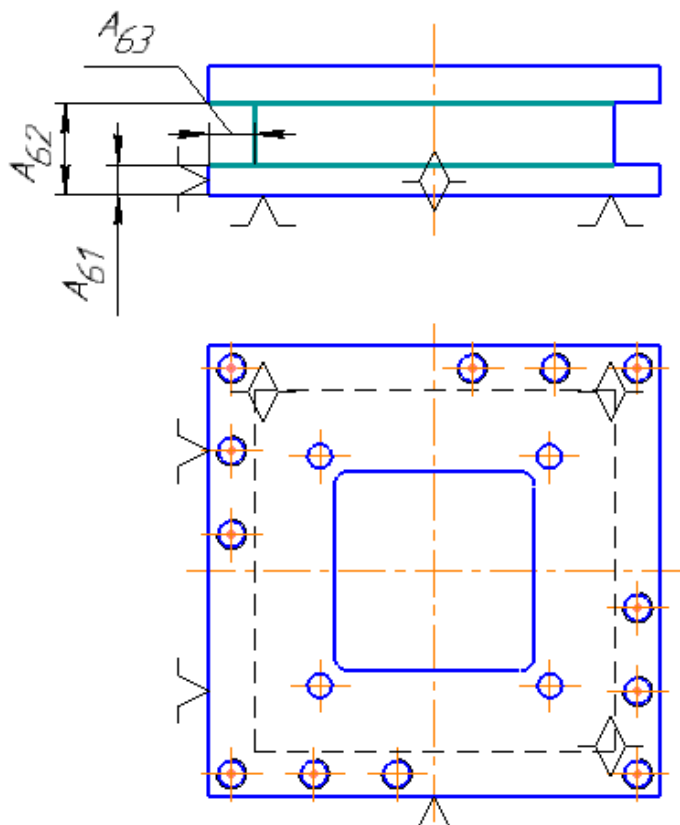
1. Фрезеровать поверхности, выдерживая размеры  $A_{53}$ - $A_{59}$ .



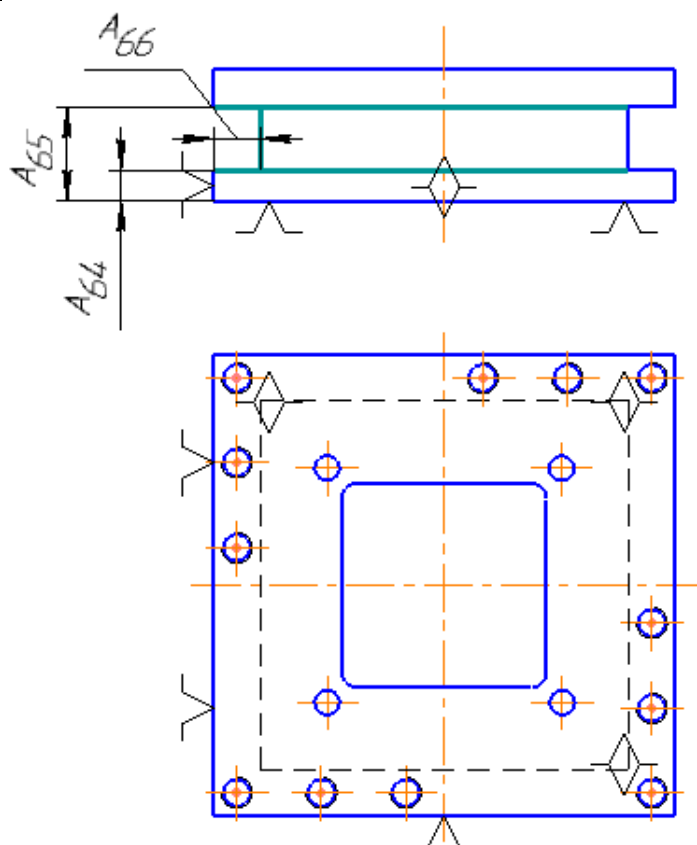
035 Чистовая фрезерная с ЧПУ

А. Установить заготовку и закрепить;

1. Фрезеровать паз, выдерживая размер  $A_{61}$ - $A_{63}$ .

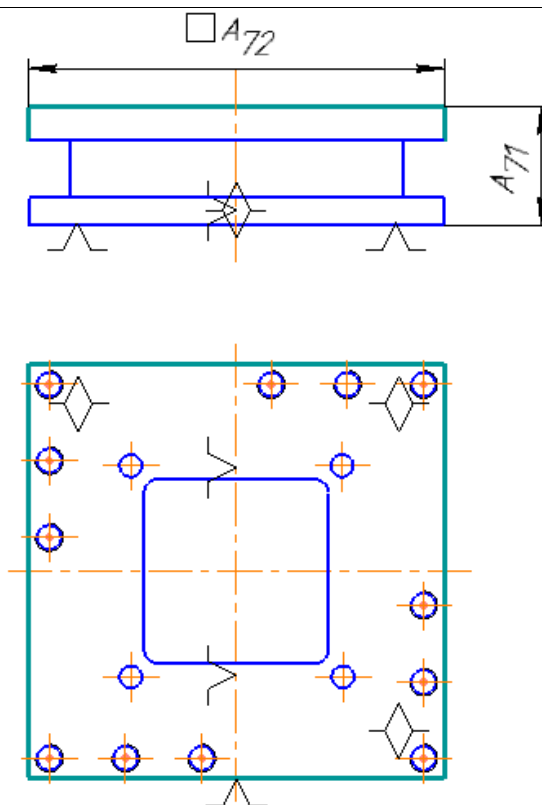


- Б. Установить заготовку и закрепить;
1. Фрезеровать паз, выдержать размер  $A_{64}$ - $A_{65}$ .

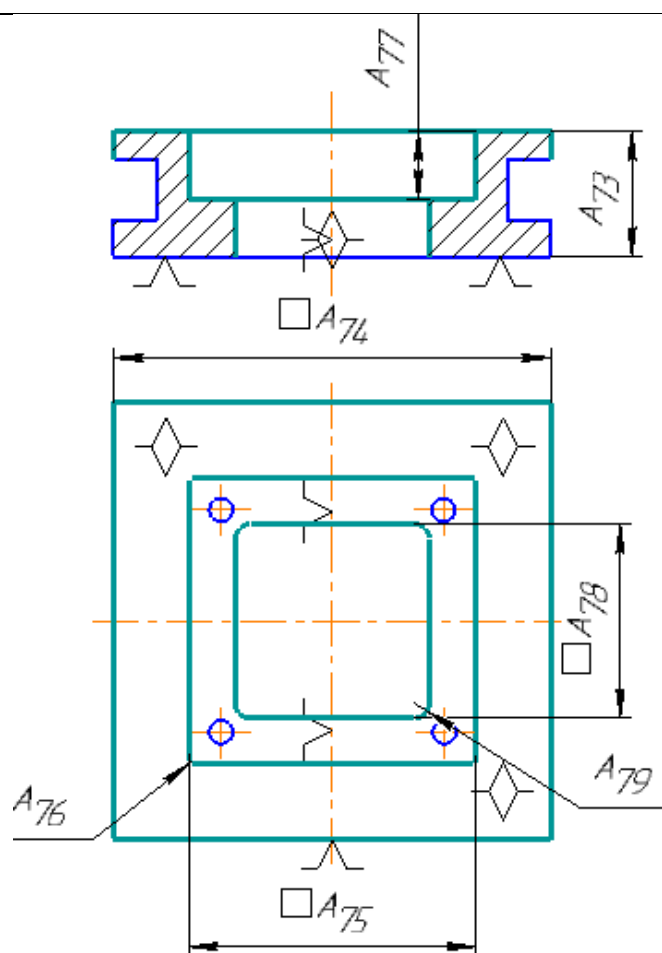


040 Предварительное шлифование

- А. Установить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;
1. Шлифовать поверхности, выдерживая размеры  $A_{71}$ ,  $A_{72}$ .

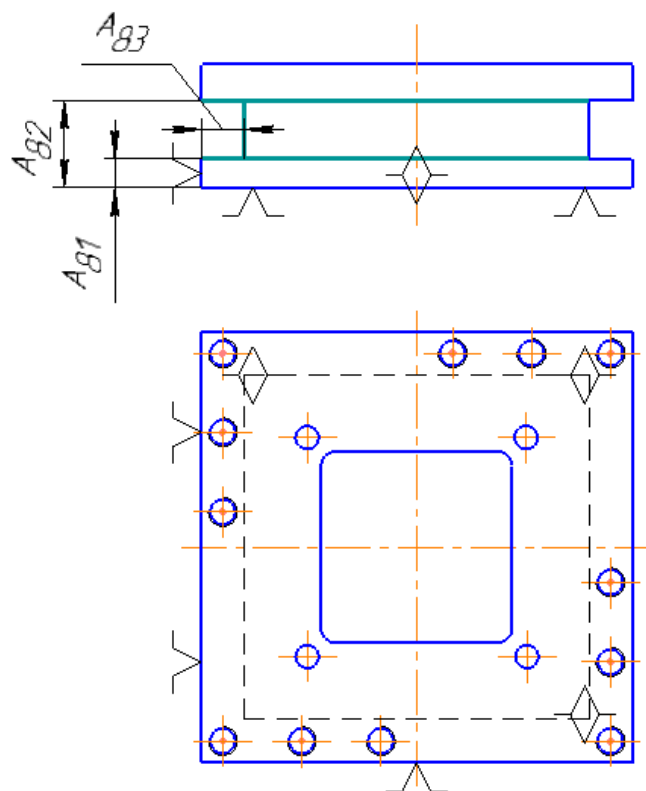


- Б. Переустановить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;
1. Фрезеровать поверхности, выдерживая размеры  $A_{51}$ ,  $A_{52}$ .

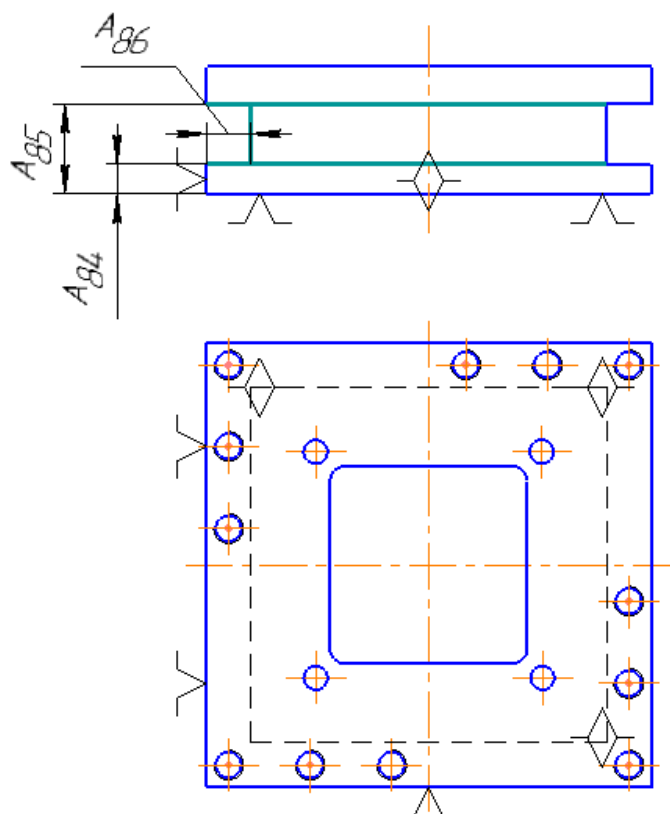


#### 045 Предварительное шлифование

- А. Установить заготовку и закрепить;
1. Шлифовать паз, выдерживая размер  $A_{81}$ - $A_{83}$ .

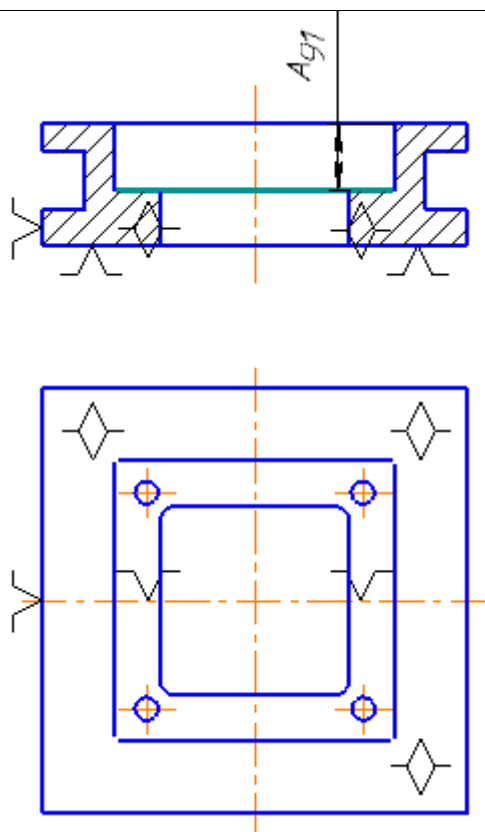


- Б. Установить заготовку и закрепить;  
 1. Шлифовать паз, выдержать размер  $A_{84}$ - $A_{86}$ .



050 Чистовое шлифование

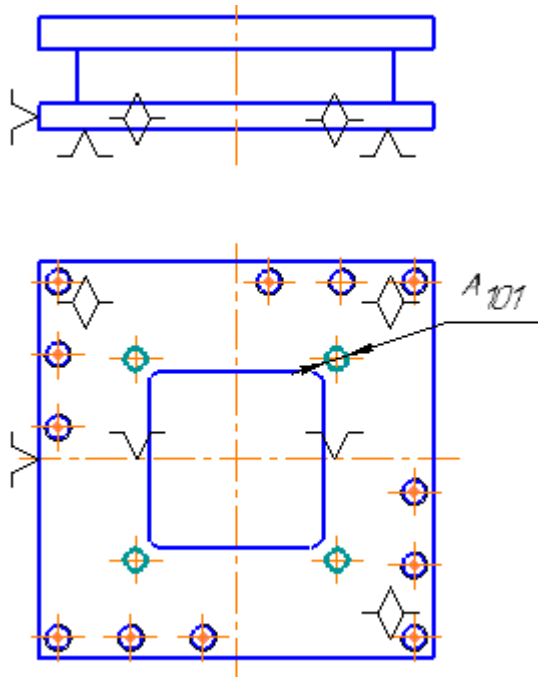
- А. Установить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;  
 1. Шлифовать поверхности, выдерживая размеры  $A_{91}$ .



055 Зенкеровачно-развертывающая

А. Установить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;

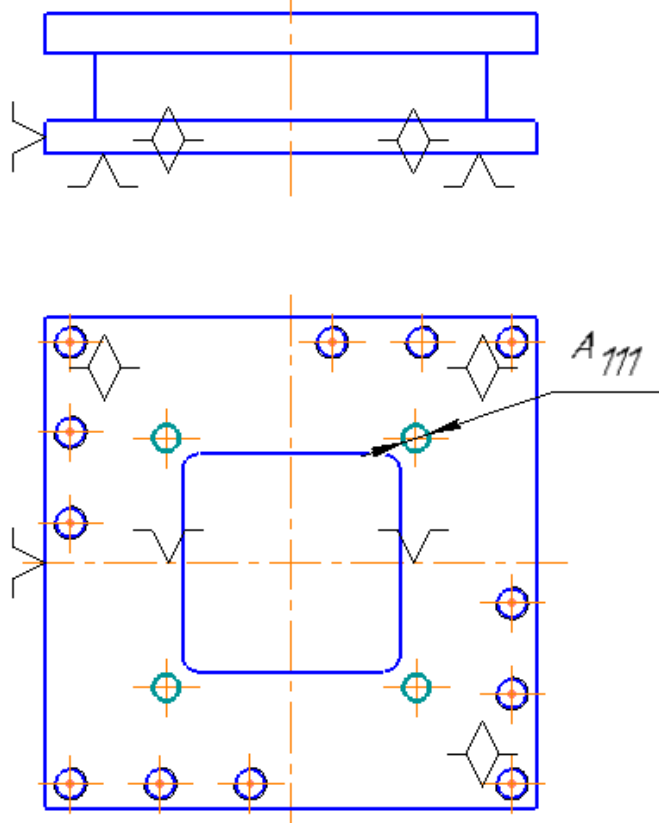
1. Зенкеровать отверстия начерно;
2. Зенкеровать отверстия начисто;
3. Развертывать отверстия нормально;
4. Развертывать отверстия точно, выдерживая размер  $A_{101}$ .



060 Развертывание тонкое

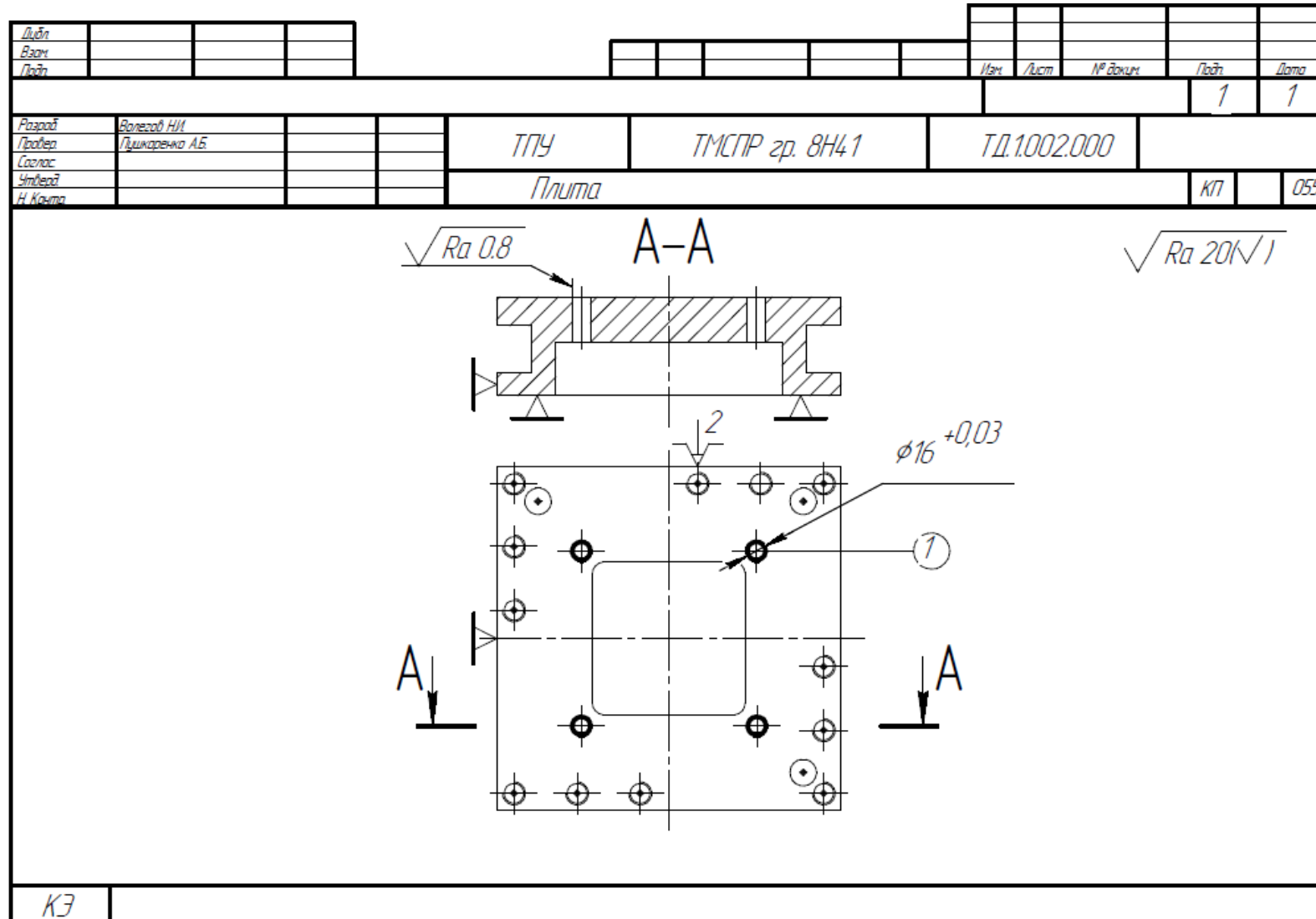
А. Установить заготовку в 2-х кулачковый патрон и закрепить;

1. Развертывать отверстие, выдерживая размеры  $A_{111}$ .



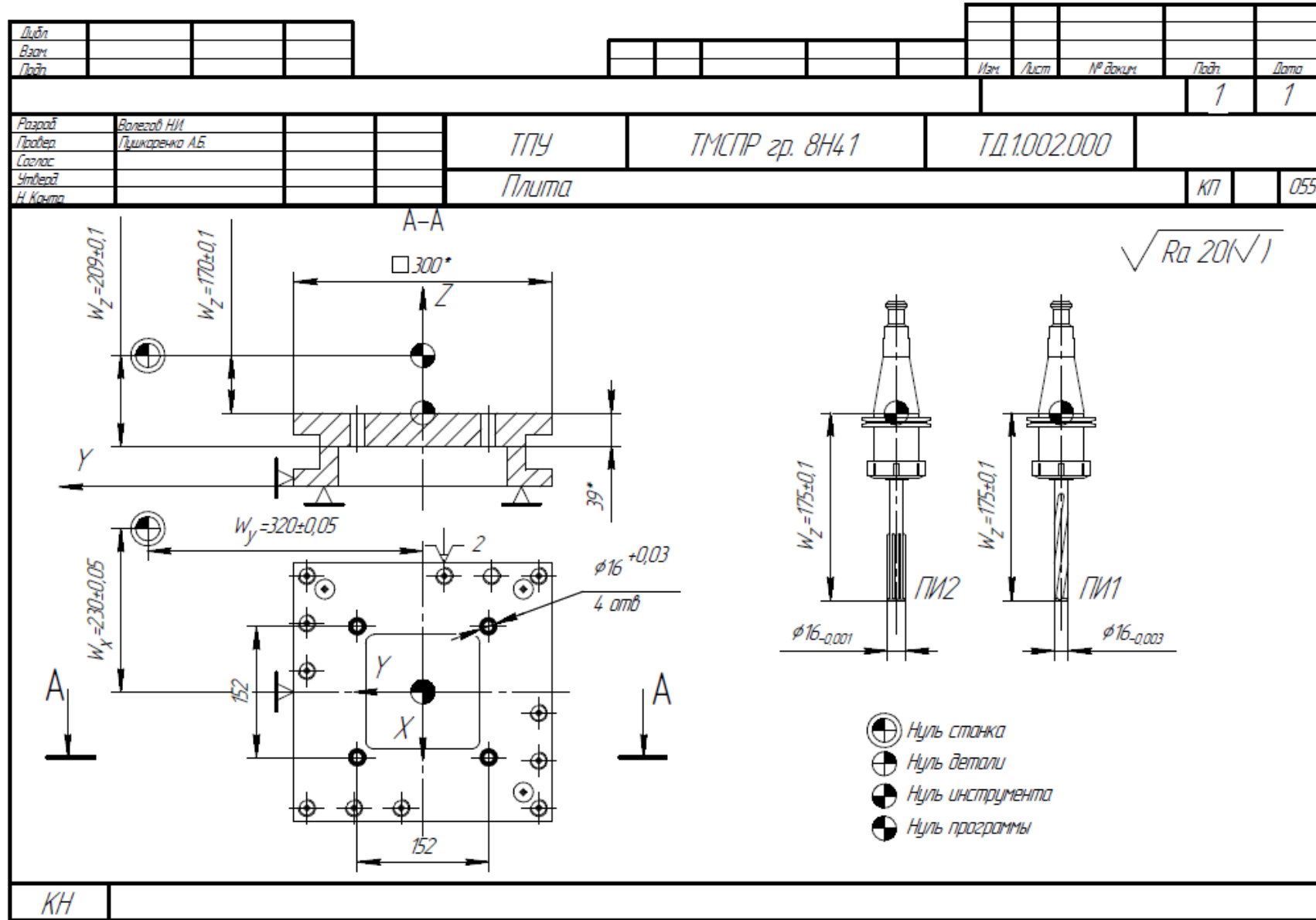


Карта эскизов



КЭ

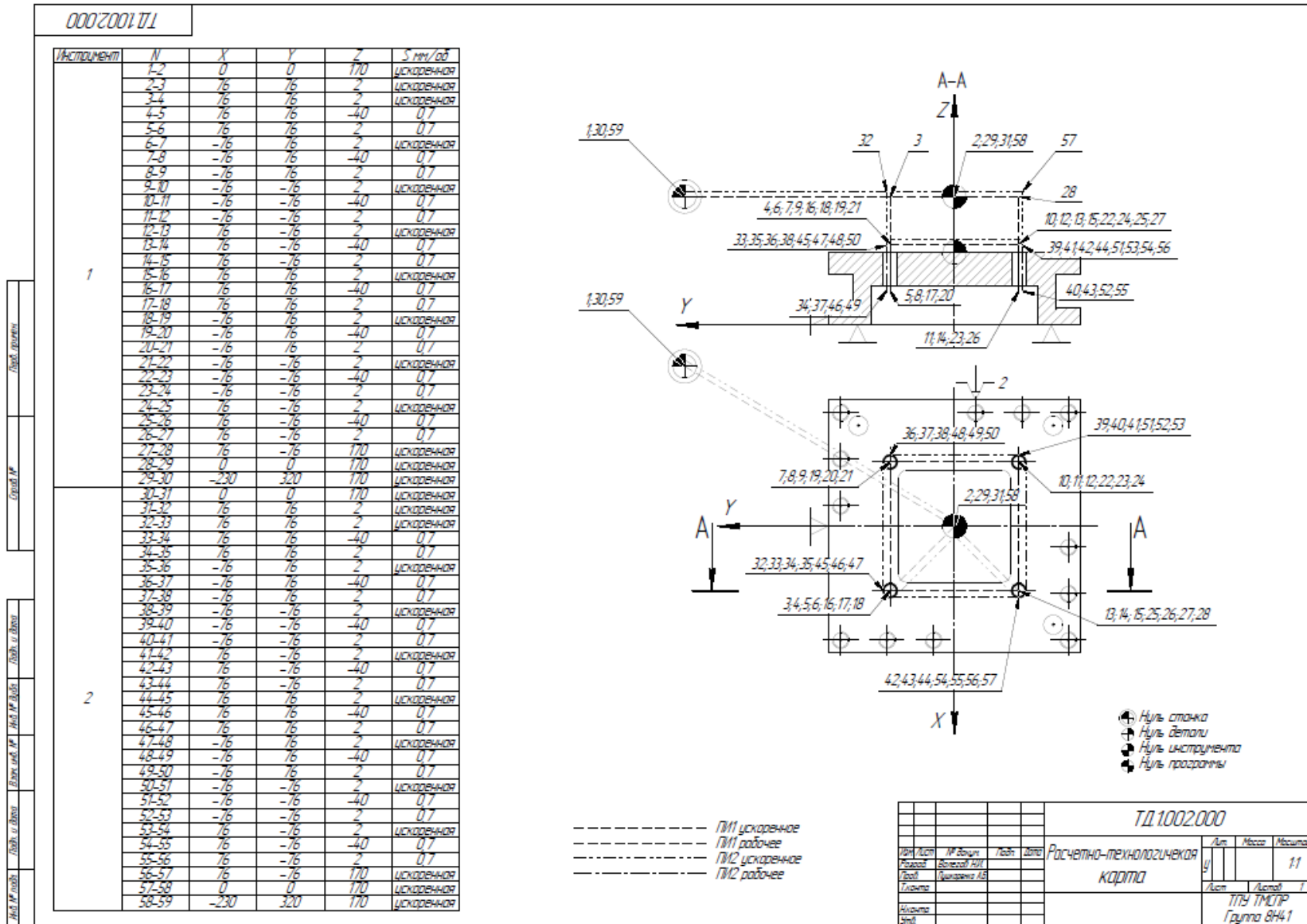
## Карта наладки







## Расчетно-технологическая карта



**ESSAY**

Graduation qualification work on "Designing wind generators for low-rise construction in the Tomsk region" contains an explanatory note consisting of 78 pages. Includes 36 pages, 12 tables.

Keywords: alternative energy, wind generator, windmill module, electric energy, modularity, scaling, diversity.

The object of the study: the ways of introducing alternative sources of energy in the rural areas of the Tomsk region.

Subject matter: low-power wind generators.

The purpose of the work: designing a low-power wind generator, capable of providing households need private sector residents in the Tomsk region.

In the course of the work, an overview of alternative energy sources was reviewed, a review of the analogues of existing technical solutions.

In the process of graduation qualification work, a wind generator is developed capable of operating in the Tomsk region. Also, designs have been developed that represent possible conditions for the location of the Onipko wind generator in the housing construction. The installation "Flower-wind generator" was also developed, which can be used not only in the private sector, but also serve as an aesthetic adornment for any locality.

The design documentation has been developed and the technological map for manufacturing of one detail is made out. The project meets all the established requirements for industrial safety.

Graduation qualification work was done in the Microsoft Word 2016 text editor. When creating models, CAD was used for CAD "SolidWorks 2017". When creating the schemes, the product of the company "Ascon" "COMPASS -3D V17" was used.

## Introduction

In conditions of constant price lability, mankind undoubtedly strives to save. Together with everything else every year, electricity rises, while salaries in Russia, and in particular in the Tomsk region, are low. In order to save, the best option is to use alternative sources of energy in the home. So you can use the energy of the sun and wind, water resources and earth's subsoil.

However, one of the most promising areas is wind power. The construction of wind turbines and their introduction into the private sector of the Tomsk region is not in vain because it will significantly reduce energy costs.

The problem: high prices for electricity are significantly "hit hard" to the average statistical resident of the Tomsk region.

Contradictions:

Between productive work of wind generators and weather conditions of the Tomsk region. It is known that the average speed of stalling an average low-power wind generator is 3-5 m / s, while at a nominal value it can exit at a speed of 7-10 m / s. The average wind speed in Tomsk is much lower and is 2 m / s.

Object: conversion of wind energy into electricity.

Subject: low-power wind generators.

The purpose: the design of a low-power wind generator, capable of providing households, is needed by the inhabitants of the private sector of the Tomsk region.

Tasks:

1. Conduct an analytical review of wind generators;
2. Conduct a review of structures using wind generators as a source of electricity generation;
3. To develop the kinematic scheme and the electric scheme of the wind generator;
4. Develop structures using a projected wind generator;
5. To develop a technological process for manufacturing parts;
6. Develop a section on social responsibility of the project;
7. Develop a section on resource efficiency and resource conservation of the project ".

Practical novelty:

The design of the Onipko wind generator, adapted for the conditions of the Tomsk region, was developed.

Practical significance:

Designs are designed that represent possible conditions for the location of the wind generator Onipko in the housing construction. Also, the installation "Flower-wind generator" is being developed, which can be used not only in the private sector, but also serve as an aesthetic adornment for any locality.

## **Conclusion**

In the course of the final qualifying work, a wind generator was designed for the conditions of the Tomsk region. A review of alternative energy sources, as well as a review of existing technical solutions, was conducted. In which a number of shortcomings were indicated and solved in this work. The electric circuit and the kinematic scheme of the wind generator are developed. The components necessary for the operation of the plant have been selected, and designs have been developed for the optimal use of the windbreaker in the household.

In the course of the implementation of the technological division of the thesis, a technological process for manufacturing a plate was designed in a small-scale production. The plate preparation was rationally selected, a technological processing route was compiled, machining allowances were calculated, the necessary equipment was selected, in accordance with the cutting regimes, the standardization of the technological process was performed.

Based on the results of the financial management, resource-efficiency and resource-saving section, it was established that eleven one-half hours of working hours would be required for the production of one product on a small-scale production scale with one performer. The price of the product will be 34,628 rubles, which is advantageous in comparison with competitors. In order to reduce the cost of the installation in the future, independent production of generators is planned.

When analyzing the developed installation in the section of social responsibility, it was revealed that the development does not cause harmful factors. It is noiseless, does not create vibration and electromagnetic radiation, which speaks favorably to surrounding people using this equipment. As well as the requirements for the operation of the device and recommendations for protecting the plant from malfunctions were drawn up.



# Приложение Г

