

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Модернизация конструкции биологического лабораторного комплекса</b>
УДК 57.082:591.171:599.323.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Серпокрылов Максим		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гаврилин А.Н.	к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Козарь Д.М.	нет		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е. В.	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП 15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

## Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник способен)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
<b>P1</b>	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P2</b>	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК-12; ОК-13), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>		
<b>P3</b>	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК-6; ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P4</b>	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P5</b>	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4),

	на машиностроительных и строительномонтажных производствах.	согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P6</b>	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительномонтажного комплекса и в отраслевых научных организациях.	Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
<b>P7</b>	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P8</b>	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P9</b>	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительномонтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P10</b>	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физикомеханических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

<b>P11</b>	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P12</b>	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P13</b>	Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.	Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>P15</b>	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных 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 в машиностроении и строительстве.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись)                      (Дата)                      (Ф.И.О.)

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

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15Б	Серпокрылову Максиму

Тема работы:

<b>Модернизация конструкции биологического лабораторного комплекса</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019 №3480/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2019
--	------------

**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>Лабораторный комплекс выполнен в виде требана для осуществления беговых нагрузок над животными, а именно над мышами:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установка должна иметь 6 беговых дорожек</li> <li>2. Установка должна иметь регулировку скорости в диапазоне от 1 до 50 м/мин</li> <li>3. Установка должна иметь регулировку угла наклона от 0 до 15°</li> <li>4. Длина дорожки должна составлять 60 см</li> <li>5. Установка должна иметь регулируемую электростимуляцию от 0 до 5 мА и напряжение от 170 до 180 В</li> </ol>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Литературный обзор.</li> <li>• Разработка полного технического задания, с целью улучшения понимания технических аспектов разрабатываемой конструкции и требований, предъявляемых к ней.</li> <li>• Разработка принципиальной кинематической схемы комплекса.</li> <li>• Конструкторские расчеты в соответствии с кинематической схемой.</li> <li>• Проектирование установки.</li> <li>• Разработать технологический процесс для изготовления детали.</li> </ul> <p>Подготовка графического материала и пояснительной записки.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Сборочный чертеж установки конструкции биологического лабораторного комплекса: 2-4 формата А0 (А1).</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Белоенко Елена Владимировна, доцент, Отделение общетехнических дисциплин
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Наталия Вячеславовна, доцент, Отделение социально-гуманитарных наук

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.02.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гаврилин А.Н.	к.т.н		
Ассистент	Козарь Д.М.	нет		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15Б	Серпокровлов Максим		

## Оглавление

1. Реферат .....	8
2. Введение .....	10
3. Обзор аналогов.....	11
4. Конструкторская часть .....	21
5. Технологическая часть. ....	32
6. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» .....	66
7. «Социальная ответственность».....	85
8. Заключение.....	99
9. Список литературы.....	100

## 1. Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка записка состоит из 100 страниц в которых изложены 5 разделов: обзор аналогов, конструкторская часть, технологическая часть, финансовый менеджмент и социальная ответственность, а также введение и заключение. В состав пояснительной записки входят: 33 рисунка, 25 таблиц.

Объектом модернизации в данной работе является конструкция биологического лабораторного комплекса.

Цель: модернизация конструкции биологического лабораторного комплекса.

Результатом процесса модернизации является конструкция комплекса в САД системе SolidWorks.

В ходе работы: модернизирована конструкция комплекса под заданные характеристики, разработан сборочный чертеж, спроектирован технологический процесс изготовления детали типа фланец.

Graduation qualification work consists of an explanatory note and a graphic part. Explanatory note The note consists of 100 pages in which there are 5 sections: an overview of analogs, a design part, a technological part, financial management and social responsibility, as well as an introduction and conclusion. The explanatory note includes: 33 figures, 25 tables.

The object of modernization in this work is the construction of a biological laboratory complex.

Purpose: modernization of the biological laboratory complex.



The result of the modernization process is the design of the complex in the CAD system SolidWorks.

In the course of work: the design of the complex has been modernized for the given characteristics, an assembly drawing has been developed, a technological process has been designed for manufacturing a flange type part.

## 2. Введение

В мире для изучения многих болезней используют лабораторных животных по целому ряду причин. Как правило это низкая себестоимость, малые габариты, не дорогое содержание животного. В частности, мыши используются для проведения опытов, имитирующих протекание болезни у человека. В рамках данной работы лабораторные животные используются с целью имитации воздействия беговых нагрузок на животного с диабетом второго типа.

Для медицинских исследований с целью создания беговых нагрузок над мышцами в мире рекомендуется использоваться тредбаны (беговые дорожки). В данный момент аналоги не представляют возможности получить характеристики, которые необходимо обеспечить именно в задаче представленной в данной работе. В связи с этим была разработана беговая дорожка, отвечающая этим требованиям, однако в процессе сборки и работ были выявлены недостатки конструкции. Было принято решение о модернизации имеющейся конструкции.

В данной работе объектом исследования является модернизация конструкции тредбана. В результате работы получена модернизированная конструкция беговой дорожки, 3D модель, КД. Тредбан первой версии успешно прошел испытания в ТГУ и отвечает всем требованиям представленным заказчиком.

### 3. Обзор аналогов

Беговая дорожка для мышей predetermined для исследования анатомических и физических индивидуальностей маленьких лабораторных животных. Она применяется в ряде активных исследований, телесных упражнений и физиологической подготовки, а еще для определения их воздействия на всевозможные физические и патологические процессы. Сообразная модуляция системы выделяет вероятность лишения фазы сна у лабораторных животных, т.е. данное оснащение имеет возможность использоваться в исследовании сна. Основной функцией, которую выполняет беговая дорожка является поддержание двигательной активности мышей. Животные должны бежать в одном направлении и с определенной скоростью. Тредбан, представляет собой полотно, движущееся с заданной скоростью и с заданным углом наклона. Скорость перемещения полотна может изменяться от 1 до 50 м/мин, с шагом 1 м/мин. Угол наклона полотна изменяется от 0° до 15°. Длина дорожки составляет 60 см, ширина зависит от количества полос. Количество полос в тредбане может быть от 1 до 10. Для того, чтобы животные не сходили с полотна, они стимулируются электрическим разрядом, генерируемым на плате стимуляции, расположенной в конце полотна. Ток электрического разряда, может быть установлен от 0 до 5 мА.

Скорость перемещения полотна, угол наклона и величину электрической стимуляции можно задавать с помощью компьютера, подключенного к тредбану по USB-интерфейсу. В качестве дополнительных опций предлагается регистрация температуры воздуха и уровня CO<sub>2</sub> в отсеке с животным, а также функция телевизионного контроля.

## 1. Vivarium lab



Рис.1 Vivarium lab

Система состоит из конвейера с четырьмя разделенными, но визуально соединенными секциями, размер секций удобен для крыс. Один конец с электрической стимуляцией – система отрицательного стимула, на противоположном конце – система положительного стимула. Возможна модуляция наклона, направления, скорости движения ленты и силы стимулов. Управление системой возможно вручную, непосредственно на панели беговой дорожки, либо используя специальную компьютерную программу. Эта программа позволяет вести протокол работы предварительно на более длительный период. Есть возможность записи во время того, как животные находятся на беговой дорожке (либо во время депривации сна и т.д.). Конструкция системы позволяет ее легко очищать.

Беговая дорожка производится с тремя вариантами управления, контроля и измерения параметров:

1. Цифровая регулировка скорости с переключателем и мониторинг конвейерной ленты с клавишами управления запуска и остановки.
2. Дисплей для: заданной скорости, длительности эксперимента, общего преодоленного расстояния в конце эксперимента. Клавиши для регулировки скорости – START и STOP.

3. Беговая дорожка подключается к ПК и имеет соответствующее программное обеспечение, благодаря которому рассчитываются все необходимые параметры. Все параметры графически отображаются на экране монитора. В соответствии с требованиями заказчика могут быть определены индивидуальные параметры. В базовой версии любой беговой дорожки есть возможность выключения напряжения в полях электрической стимуляции. Беговая дорожка подключается к ПК через RS-232 разъемы.

Технические характеристики:

Источник питания - 220 V 50 Hz

Количество дорожек для бега – 4

Контроль скорости – 2-50 м/мин. С разрешением 0.1 м/мин.

Регулировка наклона - 0 – 30 ° с шагом 5 °

Ударный диапазон - 170 V 0–3,5 mA

Автономная работа:

Цифровая регулировка скорости с BCD переключателем - 2-50м/мин. с разрешением 0,1 м/мин

Клавиши управления START/STOP

Клавиши для управления полем стимуляции ON/OFF – 4 шт.

Потенциометр для регулировки тока электрической стимуляции от 0 до 3,5 mA

Управление с помощью ПК:

Разъем для подключения – RS 232

Переключатели LOCAL-REMOTE

Графическое программное обеспечение

## 2. Виварий



Рис.2 Виварий

Существуют варианты исполнения дорожки с количеством дорожек от 1 до 5. Прибор управляется цифровым контроллером, что обеспечивает высокую степень повторяемости результатов экспериментов.

Параметры проводимого теста вводятся при помощи клавиатуры расположенной на передней панели. Все результаты отображаются на цифровом экране. В конце эксперимента для каждой дорожки доступны следующие результаты: скорость, время теста, количество раз применения стимула, пройденное расстояние в метрах.

Каждая беговая дорожка оснащена решеткой шокера, расположенной в конце рампы. Пользователь может включать и выключать ее по своему усмотрению.

Беговая дорожка поставляется со встроенным универсальным источником питания. Угол наклона рампы регулируется от 0 до 40 градусов с шагом в 5 градусов. При использовании нескольких дорожек параметры дорожек и угол наклона устанавливаются отдельно для каждой из них.

## Характеристики:

- подходит для крыс и мышей
- возможность расширения от 1 до 5 дорожек
- жесткая лента
- каждая дорожка оснащена решеткой шокера
- независимый подсчет стимулов для каждой дорожки
- время тестирования регулируется для каждой дорожки
- регулируемая скорость от 1 до 18 м/мин
- регулируемый уровень наклона от 0 до 40 градусов с шагом 5 градусов
- разъемы USB и RS232
- стандартный выход для принтера
- программное обеспечение для сбора данных (опция)
- термопринтер (опция)

### 3. Farmbioline

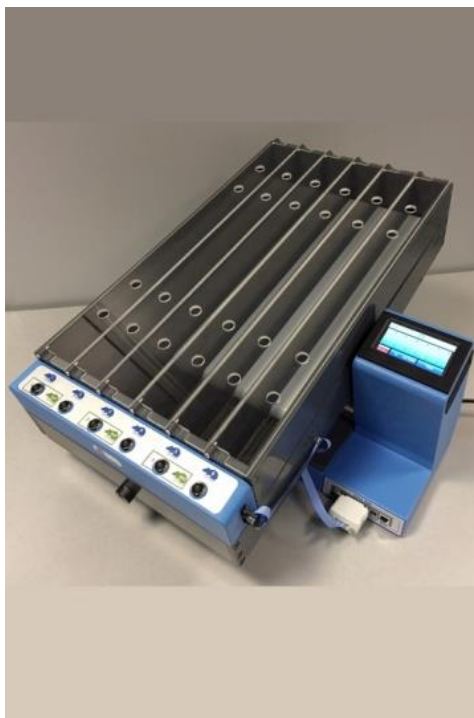


Рис.3 Farmbioline

#### Описание аппарата

Наш тредмил состоит из основного устройства, оснащенного приводом, электрошоке ром, беговым полотном, блоком управления и сенсорным экраном 4”3. В наличии имеется два разных комплекта беговых дорожек, обеспечивающих идеальные условия как для крыс, так и для мышей. Поверхность для бега представляет собой удобное для чистки полотно с соответствующими характеристиками сцепления. Устройство оснащено инструментом для автоматической очистки и поддоном для сбора отходов. В комплектацию также входит сетка электрошокового воздействия, состоящая из 3-миллиметровых прутьев, размещенных на расстоянии 8 мм друг от друга.

#### Конструкция дорожек для мышей

Конструкция для мышей, быстро и легко под соединяющаяся к основному блоку, состоит из наружных стенок и внутренних перегородок высотой 7 см,



разделяющих беговое полотно на 6 дорожек, 45 x 5,5 см каждая. Каждая дорожка оснащена прозрачной крышкой.

### **Конструкция дорожек для крыс**

Конструкция для крыс аналогична устройству для мышей и отличается лишь размером: стенки и перегородки имеют высоту 15 см, а бегущее полотно разделено на 3 дорожки, 45x11 см каждая.

### **Электрошокер и регистрация**

Сетка, прикрепленная к конструкции для мышей или крыс, предназначена для легких ударов электрическим током в область лап. Интенсивность и частоту ударов можно задать с помощью подключенного модуля контроллера. Эта настройка распространяется на все дорожки. Эта же сетка выполняет функцию системы регистрации: контроллер обнаруживает и регистрирует абсолютные и относительные величины расстояния и скорости.

## **4. СайнсПрибор**

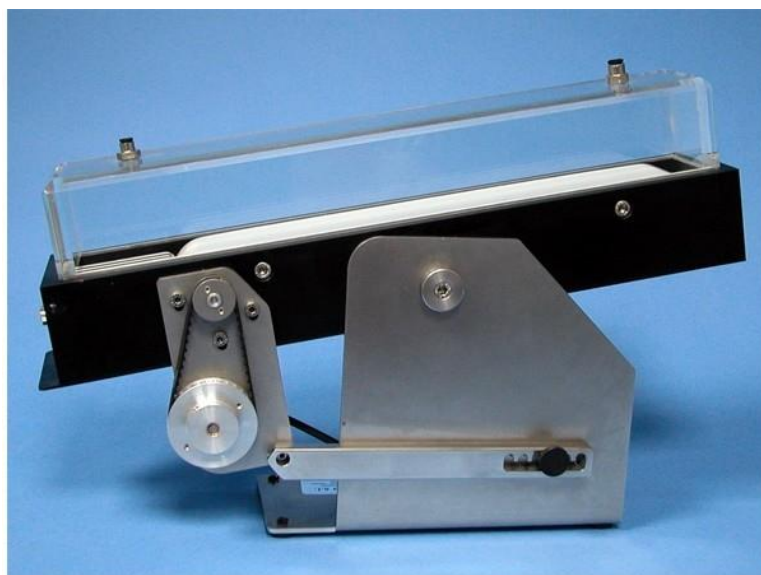


Рис.4 СайнсПрибор

Беговые дорожки фирмы Panlab используются для принудительных упражнений и точной оценки развития усталости у грызунов. Беговая дорожка представляет собой ленту, движущуюся с задаваемой скоростью и наклоном. Скорость ленты может варьироваться от 0 до 150 см/с. Длина дорожки 45 см, ширина 10 см. В ассортименте имеется несколько дорожек. Однополосные дорожки (для мышей, крыс, кроликов), двух полосные (для мышей, крыс) и пяти полосные (для мышей, крыс). На каждой из полос дорожек можно одновременно тренировать животных.

Животные принуждаются к бегу с помощью электрического шока при помощи электрода, помещенного в нижнем конце дорожки (ток может устанавливаться от 0 до 2 мА).

Скорость ленты можно контролировать с помощью компьютера. Прибор позволяет оценить общее расстояние пробега, число полученных электрических ударов и общее время ударов.

Таблица 1. Сравнение дорожек

Название	Количество дорожек	Скорость	Стоимость
Vivarium lab	4	От 2 до 50 м/мин	1,4 млн руб.
Виварий	От 1 до 5	От 0 до 18 м/мин	От 1 до 2,4 млн руб.
Farmbioline	6	От 0 до 20 м/мин	1,8 млн. руб.
СайнсПрибор	1	От 0 до 150 см/с	1,2 млн. руб.

BME LAB TM1	10	От 0 до 50 м/мин	1 млн. руб.

В результате обзора аналогов лучшие характеристики имеет установка BME LAB TM1. Данную установку принимаем в качестве прототипа.

### **Достоинства установки**

- Установка имеет 10 беговых дорожек
- Установка имеет регулировку скорости в диапазоне от 1 до 50 м/мин
- Установка имеет регулировку угла наклона от 0 до 25°
- Длина дорожки составляет 60 см
- Установка имеет регулируемую электростимуляцию от 0 до 5 мА и напряжение от 170 до 180 В

### **Недостатками прототипа являются.**

- Расстояние между блоками электроники. Необходимо сделать расстояние в 2 раза больше имеющегося. Расстояние считается малым для эргономики сборки.
- Регулировка валов полотна беговой дорожки. Нужно закрепить вал и заднюю часть без возможности регулировки. Оставить возможность регулирования натяжения только переднего вала и блока стимуляции.
- Механизм подъема в виду выбора не лучшего варианта направляющих переработать, переделать кронштейн под гайку так как старый не отвечает нагрузочным и эстетическим характеристикам. Вариаций механизмов подъема можно придумать огромное количество. Было решено поставить в качестве

направляющих каретки и направляющие HIWIN. Взял меньше диаметр винта.

- Основание рамы переработать, так как сверлить отверстия в профиле очень плохое решение. Данное отверстие требовалось для выхода винта подъемного механизма. Для решения данной проблемы нужно переработать конструкцию путем замены одной сплошной балки профиля на 2 меньшего размера.
- Обшивка. Устранить проблемы с посадкой их на профиль и устранить лишние крепежные отверстия.
- Конструкция валков. Практика показала нецелесообразность имеющейся конструкции. Недостаток заключается в излишней сложности конструкции и в связи с этим дорогостоящим исполнением.
- Шкив. Имеющиеся издают неприятный звук из-за трения ремня со шкивом. Применен стандартный шкив компании PURELOGIC. Проблема кроется в конструкции шкива, он будет заменен на шкив другого типа.

#### **4. Конструкторская часть**

##### **Цель, задачи и исходные данные для проведения работы.**

Модернизация конструкции биологического лабораторного комплекса.

##### **Основные требования к установке.**

##### **Техническое задание**

###### *1 Блок - беговая дорожка.*

- Блок с двигателем и беговым полотном из жесткой резины, чтобы мышь могла бежать, не скользила и не застревала коготками.
- Длина дорожки составляет не менее 600 мм.
- Регулировка скорости движения от 0 до 50 м/мин с шагом 1 м/мин. Регулировка скорости осуществляется кнопками 3 и 4 (Рисунок 1), в процессе работы.
- Текущая скорость должна выводиться на индикатор 1 (Рисунок 1).
- Плавный пуск и плавный старт
- Беговая дорожка должна иметь регулируемый угол наклона от 0 до 15 градусов с шагом 5 градусов. Регулировка вручную перед началом работы, в выключенном состоянии.

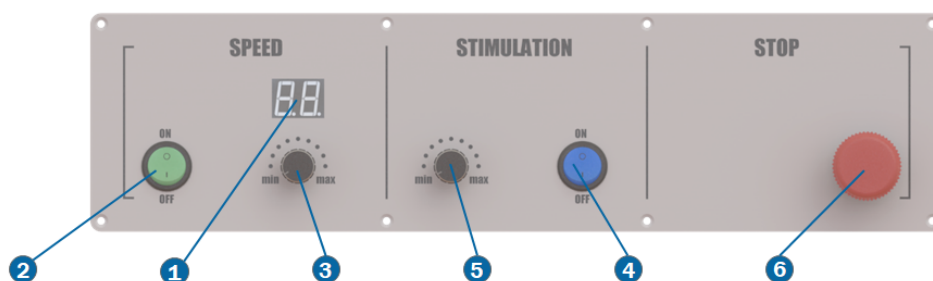
###### *2 Блок для животных*

- Блок для животных крепится над беговой дорожкой и состоит из наружных и внутренних перегородок высотой 70 мм, разделяющих беговое полотно на 6 дорожек.
- Размер каждой дорожки составляет 600 x 55 мм.
- Сверху блок для животных оборудован прозрачной крышкой из орг. стекла с отверстиями для циркуляции воздуха.

- Расстояние от нижней грани блока для животных до беговой дорожки составляет 4 мм.
- Задняя часть блока внутри каждой дорожки оснащена устройством стимуляции. Оно состоит из 3-миллиметровых прутьев, размещенных на расстоянии 8 мм друг от друга. Воздействие напряжением 170 В, при токе от 0 до 3.5 мА. Устройство может иметь другую конструкцию от описанной выше (в зависимости от наличия у поставщиков)

### 3 Интерфейс системы управления

Интерфейс системы управления беговой дорожкой представлен на рисунке 1.



- |  |  |
|--|--|
| <p>1 LCD-индикатор текущей линейной скорости перемещения ленты.</p> <p>2 Выключатель движения ленты, в положении <u>On</u> лента движется, в положении <u>Off</u> лента не движется.</p> <p>3 Уменьшение/увеличение текущей линейной скорости перемещения ленты. Минимальное значение скорости составляет 0 м/мин. Шаг уменьшения скорости составляет 1 м/мин.</p> | <p>4 Выключатель электрической стимуляции мышей.</p> <p>5 Уменьшение/увеличение силы тока электрической стимуляции. Минимальное значение силы тока 0, максимальное 3.5 мА.</p> <p>6 Кнопка экстренного выключения.</p> |
|--|--|

Рис.5 Интерфейс системы управления беговой дорожкой

### 4 Управление и работа с устройством:

1. Подача питания осуществляется с помощью выключателя (находится на корпусе беговой дорожки).
2. При помощи регулировки 3 на цифровом табло выставить желаемую скорость.
3. Поместить испытуемых мышей в отсеки.

4. Включить электрическую стимуляцию переводя выключатель 4 в позицию "On" (режим не регулируемый).
5. Запустить беговую дорожку переводя выключатель 2 в позицию "On" (произойдет плавный старт дорожки).
6. Провести необходимые испытания.
7. Остановить беговую дорожку переводя выключатель 2 в положение "Off" (произойдет плавная остановка дорожки).
8. Отключить электрическую стимуляцию переводя выключатель 4 в позицию "Off".
9. Произвести выемку испытуемых мышей.

### Кинематические схемы основных элементов конструкции

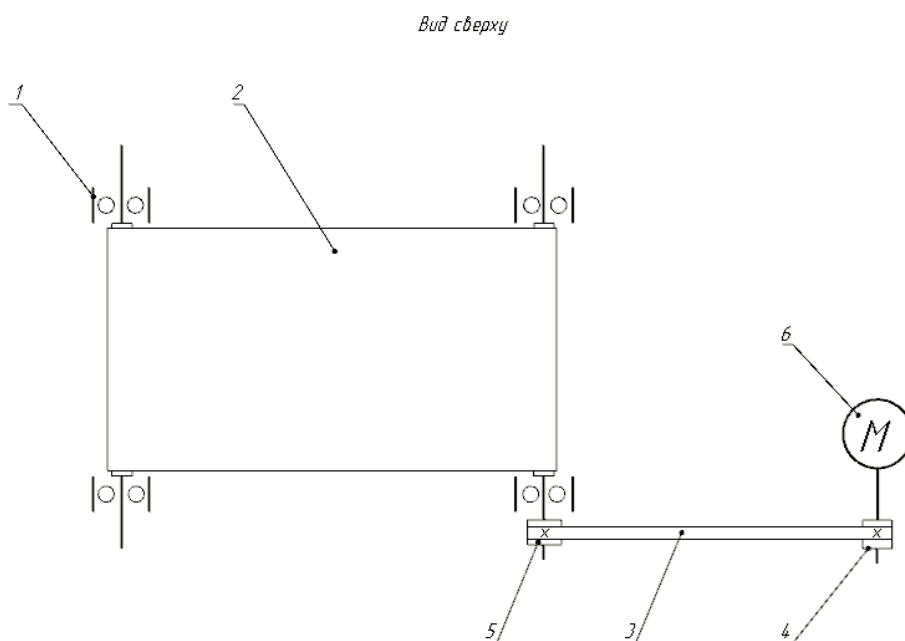


Рис.6 Кинематическая схема привода

На данной кинематической схеме представлен один из основных узлов установки. Это привод беговой дорожки.

5. Подшипники качения
6. Беговое полотно

## 7. Ремень круглый

### 4.5. Шкивы

## 6. Электродвигатель

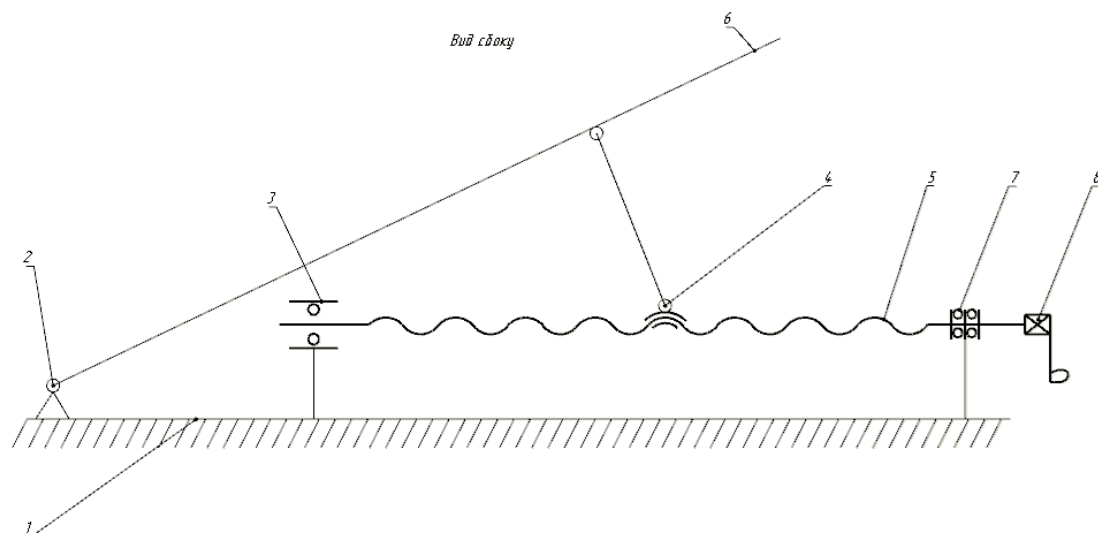


Рис.7 Кинематическая схема подъемного механизма

На данной схеме изображен привод подъема. Он состоит из:

1. Основание (рама)
2. Шарнира (крепления уха основания с подъемной частью через ось)
3. Подшипниковая опора серии ВF
4. Гайка трапецеидальная
5. Винт трапецеидальный
6. Платформа
7. Подшипниковая опора серии ВК
8. Ручка



## Расчет и подбор электродвигателя

Для подбора двигателя был применен простейший расчет. Известно что масса элементов вместе с мышами равна  $m=5$  кг. Линейная скорость  $V=0,83$  м/с. Коэффициент трения резины о сталь  $\mu=0,37$ .

Найдем силу трения по формуле:

$$F_{\text{тр}}=m \cdot g \cdot \mu$$

$$F_{\text{тр}}=18,14 \text{ Н}$$

Найдем мощность двигателя при известно КПД передачи  $\eta = 0,95$ :

$$P_s = \frac{F_{\text{тр}} * V}{\eta}$$

$$P_s = 15,85 \text{ Вт}$$

Известно, что данный расчет учитывает постоянную линейную скорость, поэтому необходимо выбрать электродвигатель с коэффициентом запаса 2. В данном случае выбран двигатель модели ES-M32320. Крутящий момент данного двигателя 2 Нм. Мощность 600 Вт. Данный выбор обусловлен не только техническим решением, характеристик данного двигателя с лихвой хватает для данной установки с перебором. С экономической точки зрения данный двигатель дешевле аналогов с меньшими размерами и мощностями.

## Этапы модернизации

За исходную установку был принята реализованная установка, которая в данный момент используется на кафедре ТГУ для исследований болезни диабета 2 типа. Ниже приведены рисунки установок для наглядного сравнения.



Рис.8 BME LAB TM1

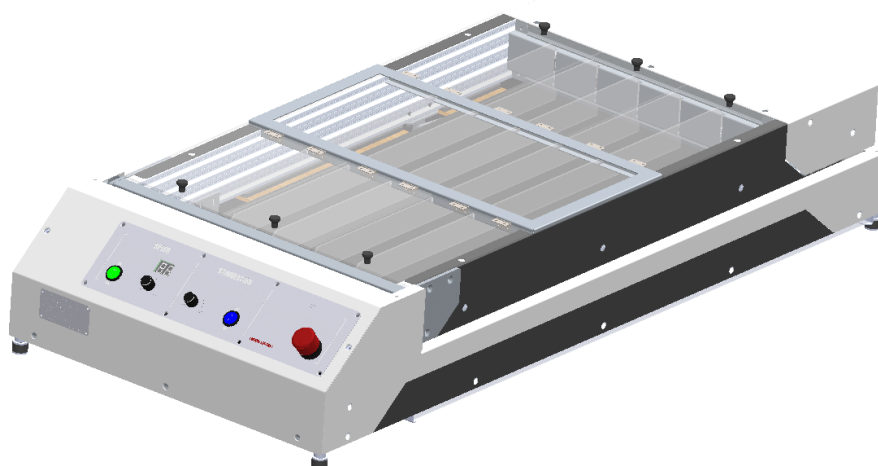


Рис.9 BME LAB TM6

Невооруженным глазом можно определить, что габариты установки изменились и это логично. Первая установка имеет 10 дорожек, вторая 6. Это обусловлено тем что данная установка является одной из конфигураций данного комплекса. Установка была модернизирована, за счет чего существенно снизилась металлоемкость. Прототип на 10 дорожек имеет массу 125 кг. Прототип на 6 дорожек имеет массу 48 кг.

В первую очередь был переработан верхний узел дорожек. До этого он был полностью изготовлен и собран из оргстекла. Каркас собирался при помощи соединения «шип-паз» и все детали узла склеивались между собой. При сборке

и установки выяснилось, что конструкция получилась весьма хрупкой и весьма сложной в установке и демонтаже. В связи с этим конструкция была полностью переработана. Основой конструкции теперь является панель, гнутая из листа. В ней вырезано окно, в котором будет размещаться лист оргстекла. Это позволит уменьшить вес и наблюдать за животными во время эксперимента. Дверки при помощи петель будут крепиться по краям стальной панели. Одна дверка на сторону была разделена на три, с целью упрощения помещения лабораторных животных на установку, а также контроля над ними. Данная установка проста в установке и демонтаже так как крепится к каркасу при помощи 4 винтов с цилиндрической головкой на закладные гайки, предварительно установленные в каркас.

За счёт уменьшения габарита установки по ширине передняя панель значительно уменьшилась. Как она выглядела на установке с 10 дорожками показано на рисунке.

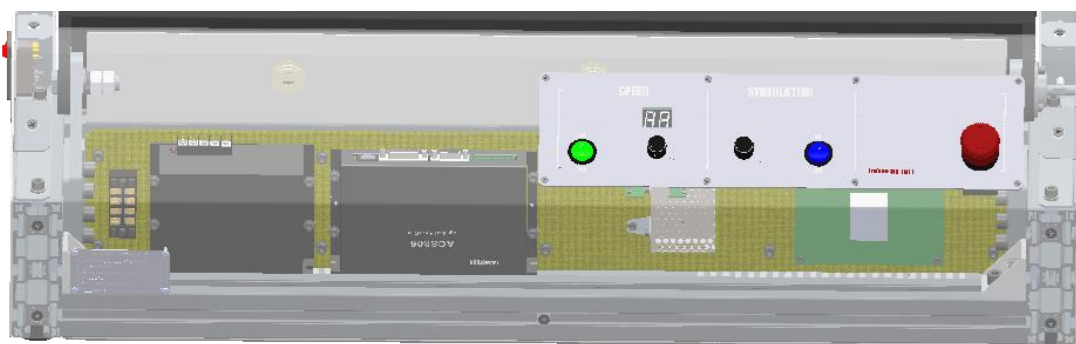


Рис.10 Блок электроники VME LAB TM1

Комплектующие были без проблем расположены на текстолитовой панели. Данное решение позволяло упростить установку электроники в установку так как вся конструкция крепилась на 6 винтах с предварительно собранной и подключенной электроникой, а также текстолитовая панель служила изолятором.

В установке с 6 дорожками старые элементы не помещались, а некоторые изменились. Было решено изменить размещение электрического модуля с вертикального на горизонтальный. Это позволило улучшить эргономику установки модуля, пере компоновать компоненты, входящие в модуль, за счёт чего получилось разместить все необходимые элементы модуля. На рисунке представлен итоговый вариант.

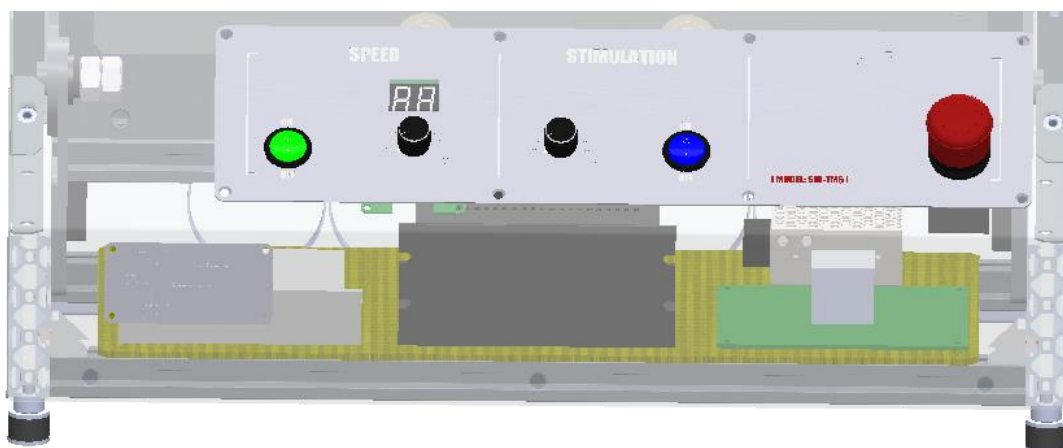


Рис.11 BME LAB TM6

Основой любой установки является каркас. В конфигурации комплекса на 6 дорожек каркас был сильно изменен.

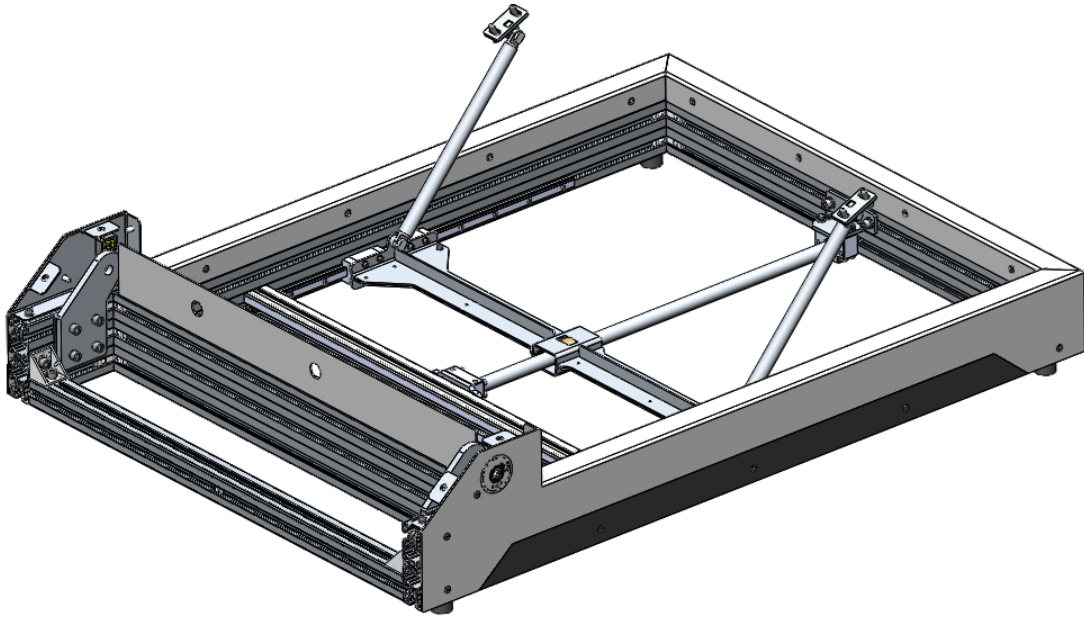


Рис.12 Каркас BME LAB TM1

В установке на 10 дорожек каркас состоял из алюминиевого профиля типоразмеров: 40x40 и 40x120. Данная конструкция получилась весьма тяжелой. Характеристики такой конструкции были весьма излишни, а также имела место весьма неприятная проблема. Винт подъемного механизма необходимо было вывести наружу для регулирования угла наклона дорожки. В связи с этим была необходимость сверлить отверстие в алюминиевом профиле. Это возникало из-за сплошной задней стягивающей балки в каркасе. На рисунке показана данная проблема.

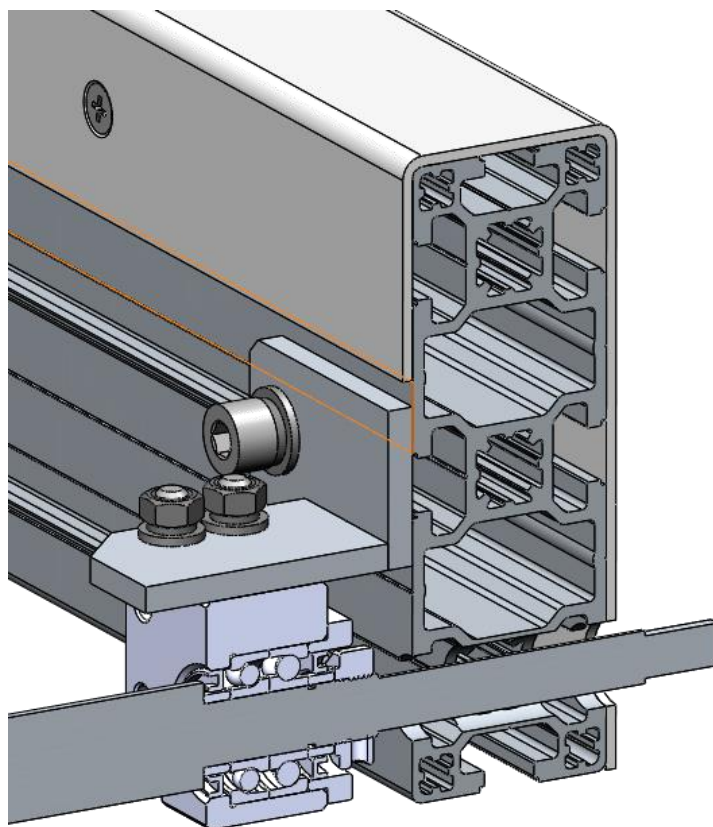


Рис.13 Проблемное место

При модернизации каркаса в первую очередь был изменен типоразмер профиля. Он составил 20x20 и 80x20 соответственно. Это позволило существенно снизить массу конструкции. Так же передняя сплошная стягивающая балка и задняя были заменены на 2 типоразмером 20x20. Это позволило уменьшить металлоемкость, а также исключить проблему со сверлением отверстия в алюминиевом профиле. Результат представлен на рисунке ниже.

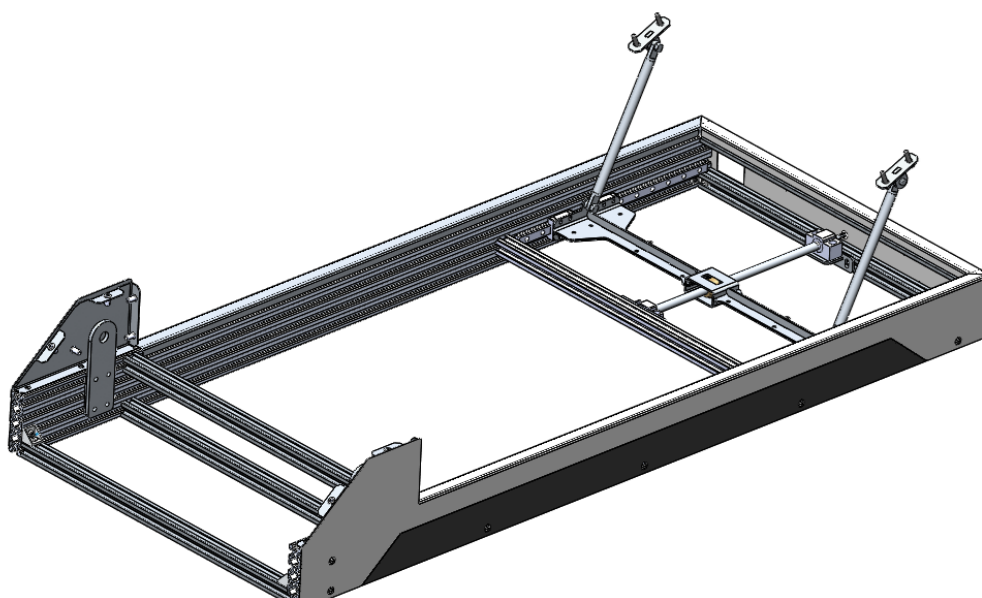


Рис.14 Каркас BME LAB TM6

Одним из главных модулей является модуль подъема комплекса. Он обеспечивает заданный заказчиком угол наклона. По концепции при модернизации он не изменился и остался аналогичным и вариации на 10 дорожек. Реализованная конструкция показана на рисунке.

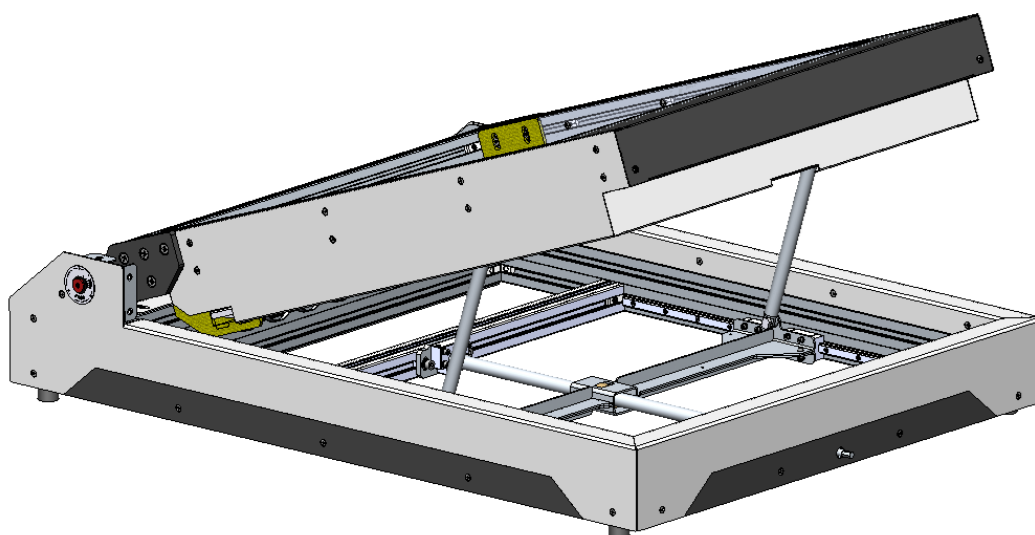


Рис.15 Подъемный механизм BME LAB TM1

Для облегчения конструкции опоры, направляющие, каретки направляющий, винт и все элементы были уменьшены. А также была изменена

ориентация подъема механизма. Это позволило сократить длину винта и модуля в целом, что заметно сказалось на металлоемкости конструкции. А уменьшение всех комплектующих и деталей данного узла было обусловлено чрезмерно большим запасом. Результат можно наблюдать на рисунке.

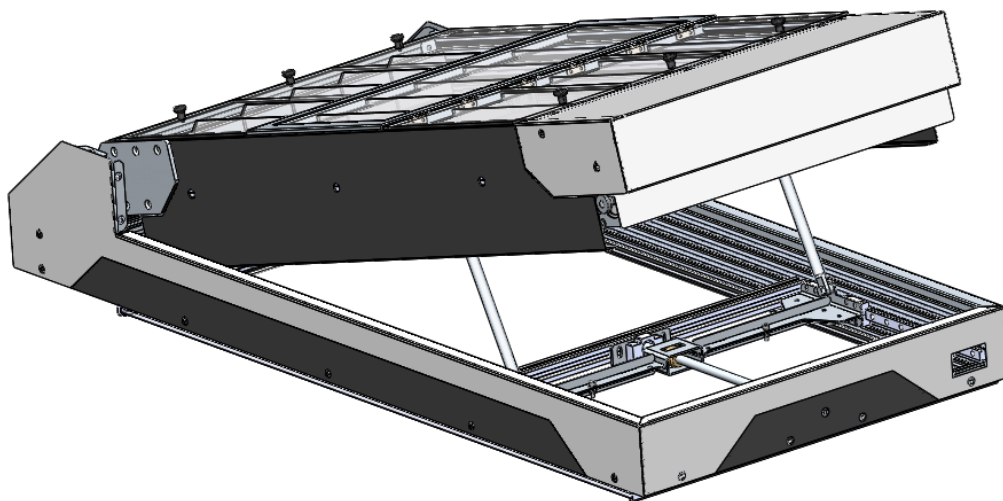


Рис.16 Подъемный механизм BME LAB TM6

Таким образом была повышена надежность изделия, уменьшена масса комплекса, а также эргономика. Данная установка полностью готова к производству.

## **5. Технологическая часть.**

### **Техническое задание**

Разработать технологический процесс изготовления фланца. Чертеж детали представлен на формате А4.



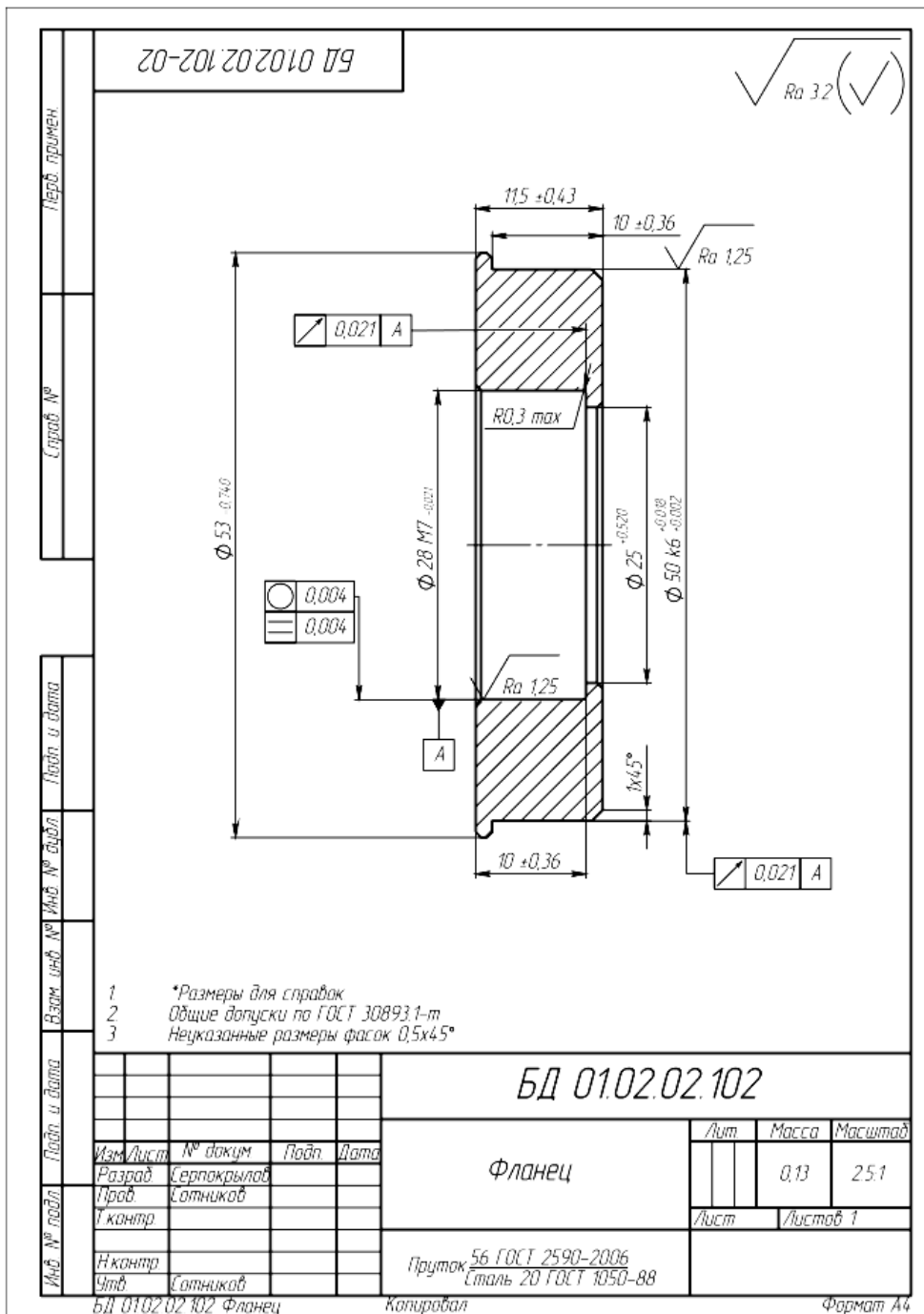
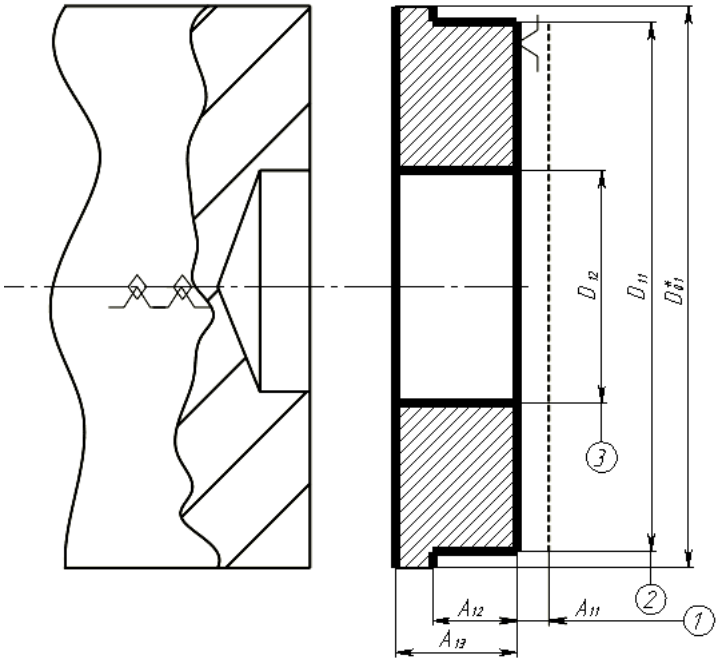


Рис.17 Чертёж детали

## Проектирование технологического процесса

Таблица 2. Технологический процесс

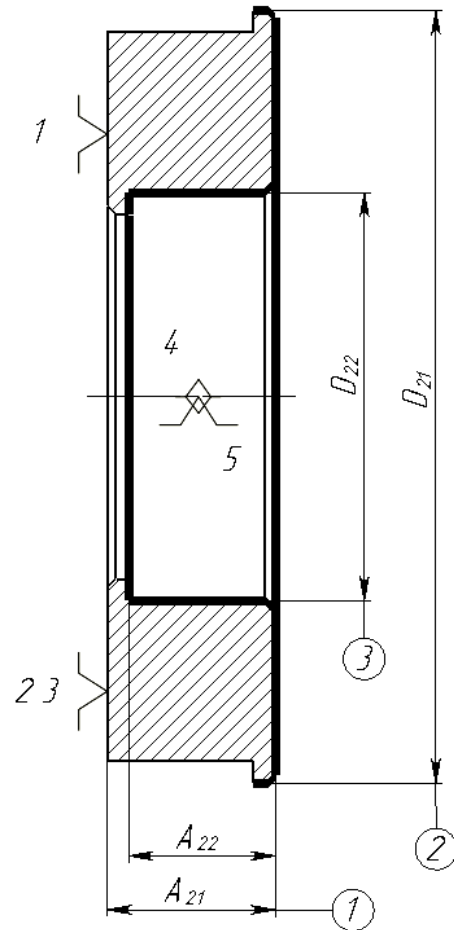
<p>1) Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Подрезать торец, выдерживая размер <math>A_{11}</math></li><li>2. Точить поверхность 2 выдерживая размер <math>D_{11}</math> и <math>A_{12}</math></li><li>3. Центровать торец</li><li>4. Сверлить отверстие выдерживая размер <math>D_{12}</math></li><li>5. Отрезать заготовку выдерживая размер <math>A_{13}</math></li></ol>	 <p>The technical drawing shows a shaft with a central hole. On the left is a perspective view of the shaft with a chamfered end. On the right is a cross-sectional view. Dimensions are indicated with arrows and labels: <math>A_{11}</math> is the length of the chamfered section; <math>A_{12}</math> is the diameter of the shaft; <math>A_{13}</math> is the diameter of the hole; <math>D_{11}</math> is the diameter of the shaft; <math>D_{12}</math> is the diameter of the hole. Circled numbers 1, 2, and 3 are placed near the dimensions to indicate the order of operations: 1) chamfering the end, 2) turning the shaft to the required diameter, and 3) drilling the hole.</p>
--	---

2) Токарная

1. Подрезать торец 1,  
выдерживая размер  $A_{21}$

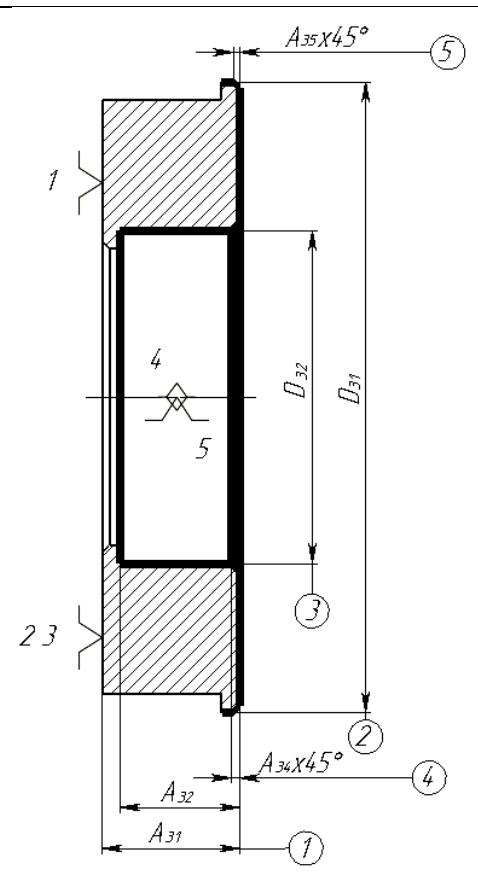
2. Точить поверхность 2  
выдерживая размер  $D_{21}$

3. Расточить  
поверхность 3,  
выдерживая размеры  
 $D_{22}$  и  $A_{22}$



3) Токарная (ЧПУ)

1. Подрезать торец 1  
выдерживая размер  $A_{31}$ .
2. Точить поверхность 2  
выдерживая размер  $D_{31}$ .
3. Расточить  
поверхность 3  
выдерживая размер  $D_{32}$   
и  $A_{32}$ .
4. Точить фаску 4  
выдерживая размер  
 $A_{34} \times 45^\circ$
5. Точить фаску 5  
выдерживая размер  
 $A_{35} \times 45^\circ$

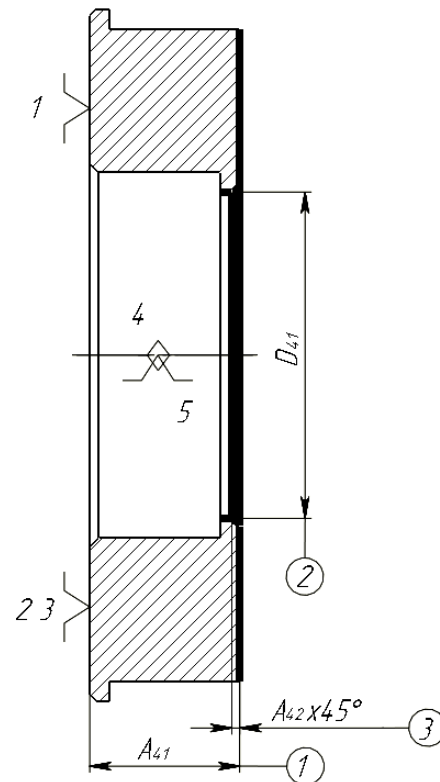


4) Токарная (ЧПУ)

1. Подрезать торец 1  
выдерживая размер  $A_{41}$

2. Расточить  
поверхность  
выдерживая размер  $D_{41}$

3. Точить фаску 3  
выдерживая размер  
 $A_{42} \times 45^\circ$

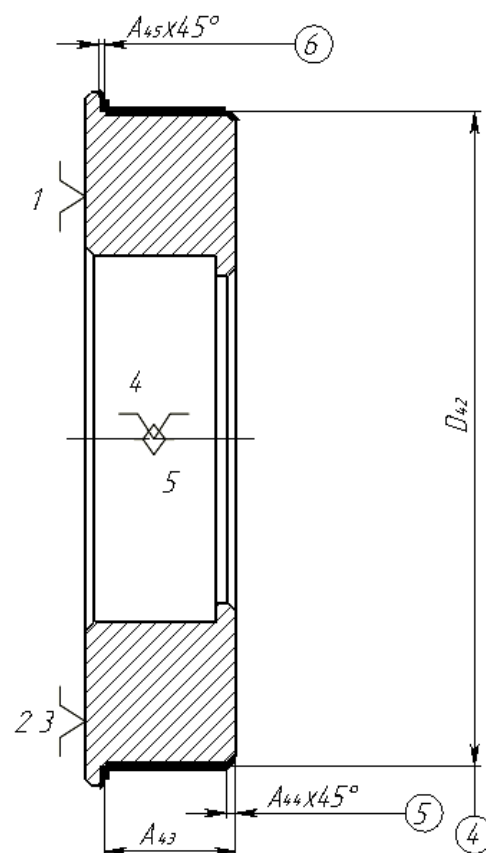


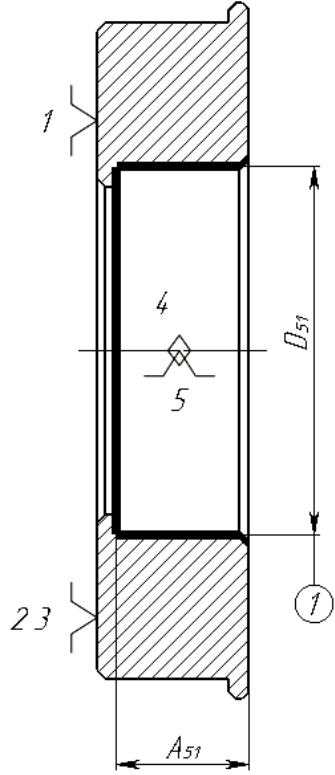
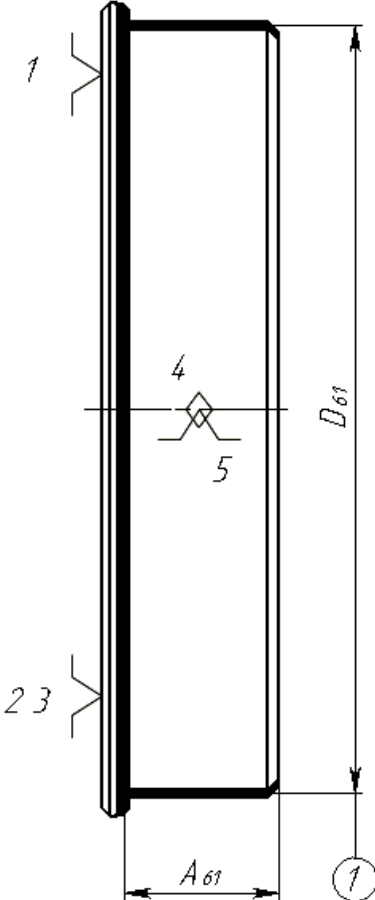
4) Токарная (ЧПУ)

1. Точить поверхность 4  
выдерживая размер  $D_{42}$   
и  $A_{43}$

2. Точить фаску 5  
выдерживая размер  $A_{44}$   
 $\times 45^\circ$

3. Точить фаску 6  
выдерживая размер  $A_{45}$   
 $\times 45^\circ$



<p>5) Внутришлифовальная</p> <p>1. Шлифовать поверхность 1</p> <p>выдерживая размеры <math>D_{51}</math> и <math>A_{51}</math></p>	
<p>6) Круглошлифовальная</p> <p>1. Шлифовать поверхность 1</p> <p>выдерживая размер <math>D_{61}</math> и <math>A_{61}</math></p>	

## Расчет припусков и диаметальных технологических размеров

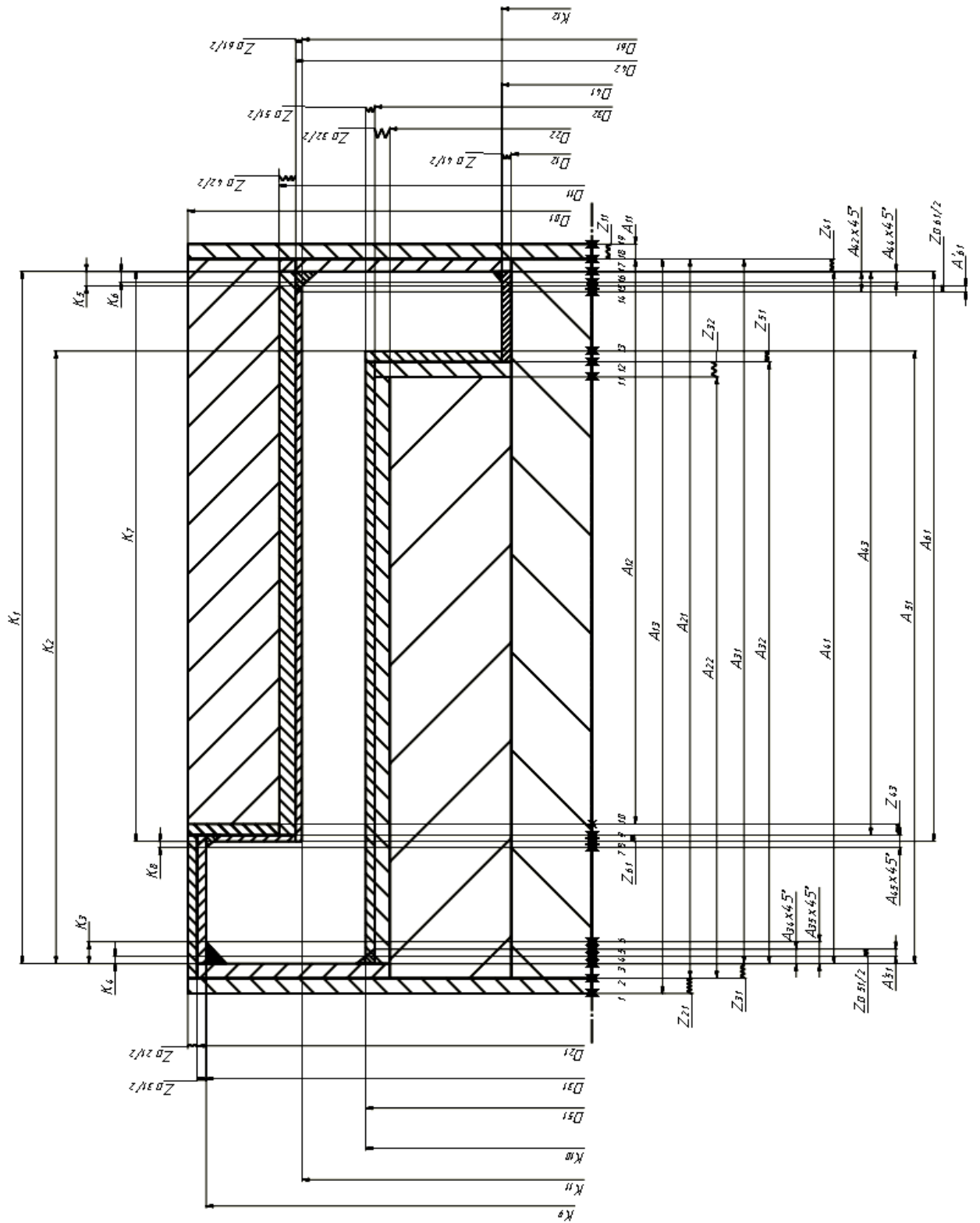


Рис. 18 Размерная схема

## Диаметр D= 50

$R_z$  – шероховатость;  $h$  – величина дефектного слоя;  $\varepsilon$  – погрешность закрепления;  $\rho_{\Pi}$ ,  $\rho_{\Psi}$  – точность геометрической формы и расположения поверхностей;  $D_{\min}$  – минимальный диаметр;  $D_{\max}$  – максимальный диаметр.

Таблица 3. Расчет значения припусков

Метод обработки	$R_z$	$h$	$\rho_{\Pi}$	$\rho_{\Psi}$	$\varepsilon$	$D_{\min}$	$D_{\max}$
Заготовка	0,12	0,12	0,04	0,6	-	52,875	53,265
Точение черновое	0,1	0,08	0,035	0,04	0,175	51,285	51,675
Точение получистовое	0,05	0,05	0,015	0,015	0,150	50,474	50,864
Точение чистовое	0,015	0,025	0,003	0,005	0,120	50,129	50,229
Шлифование чистовое	0,005	0,015	0,001	0,002	0,110	50,018	50,02

### *Точение чистовое*

$$\rho_{\Pi} = 0,003^2 \text{ мм} \quad \rho_{\Psi} = 0,005^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\Psi}^2} \quad (1)$$

- суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученное на предшествующем переходе или операции, мкм;

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\Psi}^2} = 2,657 \cdot 10^{-5} \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\Phi} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0,120^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\Phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} \quad (2)$$



- суммарная погрешность закрепления

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 0,014 \text{ мм}$$

$$R_z = 0,015 \text{ мм } h = 0,025 \text{ мм}$$

Формула для расчета минимального припуска на обработку поверхностей вращения:

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) \quad (3)$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 0,109 \text{ мм}$$

Для расчета  $D_{min}$  необходимо взять  $D_{max}$  текущей операции и сложить с минимальным припуском на текущей операции  $Z_{min}$ .

$$D_{min} = 50,02 + Z_{min} = 50,129 \text{ мм}$$

Для расчета  $D_{min}$  необходимо взять  $D_{max}$  предыдущей операции и сложить с рекомендуемым припуском из справочника [3].

$$D_{max} = 50,129 + 0,1 = 50,229 \text{ мм}$$

### ***Точение полустовое***

$$\rho_{\Pi} = 0,015^2 \text{ мм } \rho_{\text{ц}} = 0,015^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\text{ц}}^2} = 3,182 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,02^2 \text{ мм } \varepsilon_3 = 0,150^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 0,05 \text{ мм}$$

$$R_z = 0,05 \text{ мм } h = 0,05 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 0,245 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 50,02 + Z_{min} = 50,474 \text{ мм}$$

$$D_{max} = 50,129 + 0,1 = 50,864 \text{ мм}$$

### ***Точение черновое***

$$\rho_{\Pi} = 0,035^2 \text{ мм} \quad \rho_{\text{ц}} = 0,04^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\text{ц}}^2} = 2,015 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0,175^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 0,031 \text{ мм}$$

$$R_z = 0,05 \text{ мм} \quad h = 0,05 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 0,421 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 50,02 + Z_{min} = 51,285 \text{ мм}$$

$$D_{max} = 50,129 + 0,1 = 51,675 \text{ мм}$$

### ***Заготовка***

$$\rho_{\Pi} = 0,04^2 \text{ мм} \quad \rho_{\text{ц}} = 0,6^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\text{ц}}^2} = 0,36 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$$

$$R_z = 0,12 \text{ мм} \quad h = 0,12 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 1,2 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 50,02 + Z_{min} = 52,875 \text{ мм}$$

$$Z_{max} = 50,129 + 0,1 = 53,495 \text{ мм}$$

### Диаметр 53

Таблица 4. Расчет значения припусков

Метод обработки	R <sub>z</sub>	h	ρ <sub>п</sub>	ρ <sub>ц</sub>	ε	D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>
Заготовка	0,12	0,12	0,04	0,6	-	55,356	55,976
Точение черновое	0,1	0,08	0,035	0,04	0,175	53,766	54,156
Точение получистовое	0,05	0,05	0,015	0,015	0,150	53,245	53,345
Точение чистовое	0,015	0,025	0,003	0,005	0,120	52,26	53

#### *Точение получистовое*

$$\rho_{п} = 0,015^2 \text{ мм} \quad \rho_{ц} = 0,015^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{п}^2 + \rho_{ц}^2} = 3,182 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{ф} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0,150^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{ф}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,023 \text{ мм}$$

$$R_z = 0,05 \text{ мм} \quad h = 0,05 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 0,245 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 50,02 + Z_{min} = 53,245 \text{ мм}$$

$$D_{max} = 50,129 + 0,1 = 53,345 \text{ мм}$$

### ***Точение черновое***

$$\rho_{\Pi} = 0,035^2 \text{ мм} \quad \rho_{\text{ц}} = 0,04^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\text{ц}}^2} = 2,015 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0,175^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 0,031 \text{ мм}$$

$$R_z = 0,1 \text{ мм} \quad h = 0,08 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 0,421 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 50,02 + Z_{min} = 53,766 \text{ мм}$$

$$D_{max} = 50,129 + 0,1 = 54,156 \text{ мм}$$

### ***Заготовка***

$$\rho_{\Pi} = 0,04^2 \text{ мм} \quad \rho_{\text{ц}} = 0,6^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\text{ц}}^2} = 0,36 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$$

$$R_z = 0,12 \text{ мм} \quad h = 0,12 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 1,2 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 50,02 + Z_{min} = 55,356 \text{ мм}$$

$$D_{max} = 50,129 + 0,1 = 55,976 \text{ мм}$$

## Диаметр 25

Таблица 5. Расчет значения припусков

Метод обработки	R <sub>z</sub>	h	ρ <sub>п</sub>	ρ <sub>ц</sub>	ε	D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>
Сверление	0,12	0,08	0,035	0,04	-	23,859	23,469
Растачивание черновое	0,06	0,075	0,015	0,015	0,100	24,71	24,32
Растачивание получистовое	0,015	0,025	0,003	0,005	0,08	25	25,52

### *Растачивание черновое*

$$\rho_{п} = 0,015^2 \text{ мм} \quad \rho_{ц} = 0,015^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{п}^2 \cdot \rho_{ц}^2} = 3,182 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{ф} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0,100^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{ф}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 0,01 \text{ мм}$$

$$R_z = 0,06 \text{ мм} \quad h = 0,075 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 0,29 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 25 - Z_{min} = 24,71 \text{ мм}$$

$$D_{max} = D_{min} - 0,39 = 24,32 \text{ мм}$$

### *Сверление*

$$\rho_{п} = 0,035^2 \text{ мм} \quad \rho_{ц} = 0,04^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{п}^2 \cdot \rho_{ц}^2} = 2,015 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0,175^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 0,031$$

$$R_z = 0,12 \text{ мм} \quad h = 0,08 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 0,461 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = D_{max} - Z_{min} = 23,859 \text{ мм}$$

$$D_{max} = D_{min} - 0,39 = 23,469 \text{ мм}$$

## Диаметр 28

Таблица 6. Расчет значения припусков

Метод обработки	$R_z$	$h$	$\rho_{\Pi}$	$\rho_{\Pi}$	$\varepsilon$	$D_{min}$	$D_{max}$
Растачивание получистовое	0,03	0,04	0,003	0,005	0,100	26,42	26,81
Растачивание чистовое	0,015	0,020	0,002	0,002	0,80	26,65	26,26
Шлифование	0,002	0,0075	0,001	0,002	0,05	27,979	28

## Сверление

$$\rho_{\Pi} = 0,002^2 \text{ мм} \quad \rho_{\Pi} = 0,002^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\Pi}^2} = 5,657 \cdot 10^{-6} \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,02^2 \text{ мм} \quad \varepsilon_3 = 0,80^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 0,64 \text{ мм}$$

$$R_z = 0,015 \text{ мм } h = 0,020 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 1,35 \text{ мм}$$

$$D_{min} = 28 - Z_{min} = 26,65 \text{ мм}$$

$$D_{max} = D_{max} - 0,39 = 26,26 \text{ мм}$$

### ***Растачивание полустовое***

$$\rho_{\Pi} = 0,003^2 \text{ мм } \rho_{\Pi} = 0,005^2 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\Pi}^2 \cdot \rho_{\Pi}^2} = 2,657 \cdot 10^{-5}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,02^2 \text{ мм } \varepsilon_3 = 0,80^2 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 \cdot \varepsilon_3^2} = 0,01 \text{ мм}$$

$$R_z = 0,03 \text{ мм } h = 0,04 \text{ мм}$$

$$Z_{min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 0,16 \text{ мм}$$

$$D_{min} = D_{max} + Z_{min} = 26,42 \text{ мм}$$

$$D_{max} = D_{min} + 0,39 = 26,81 \text{ мм}$$

Расчет припусков и осевых технологических размеров

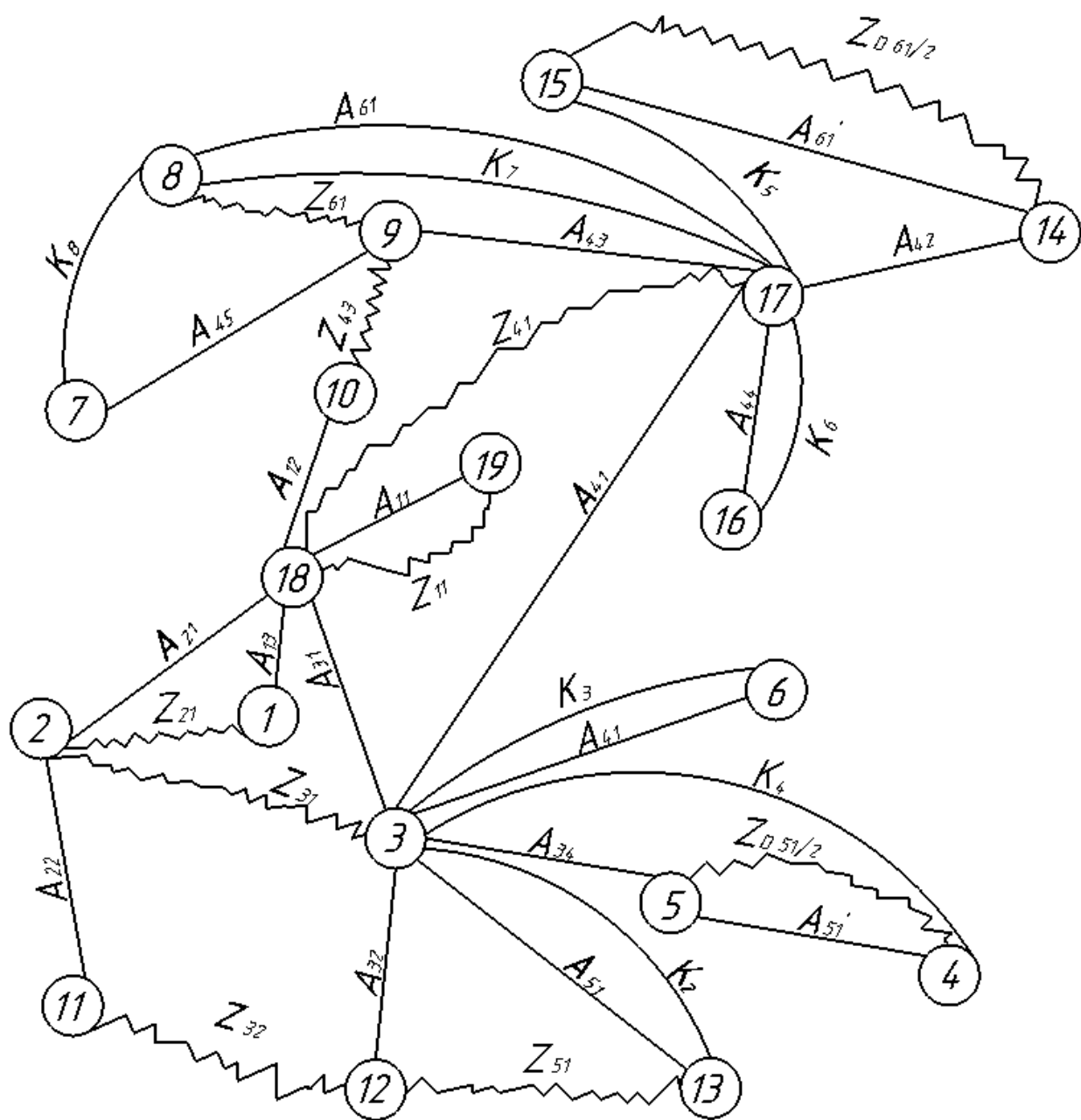
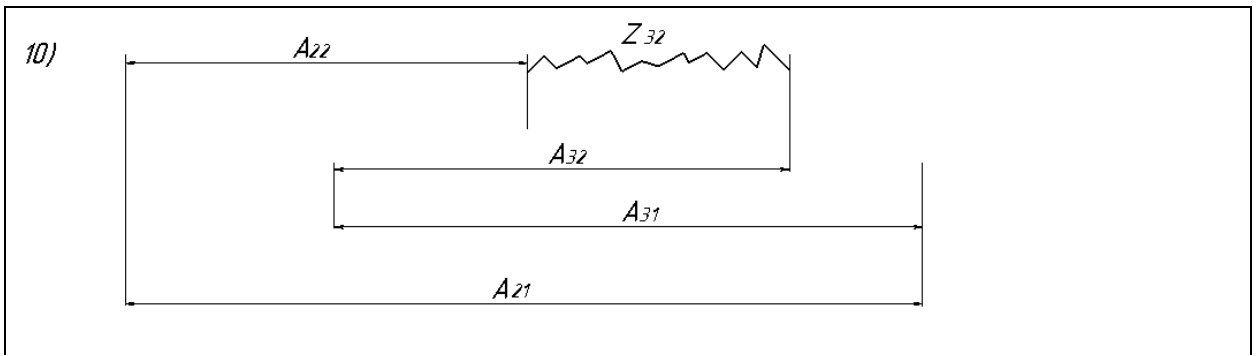


Рис.19 Граф технологических размерных цепей

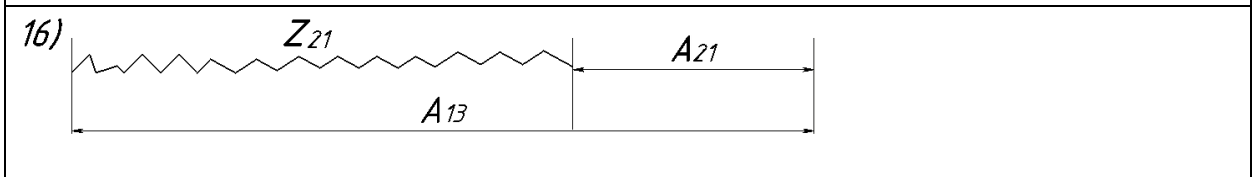
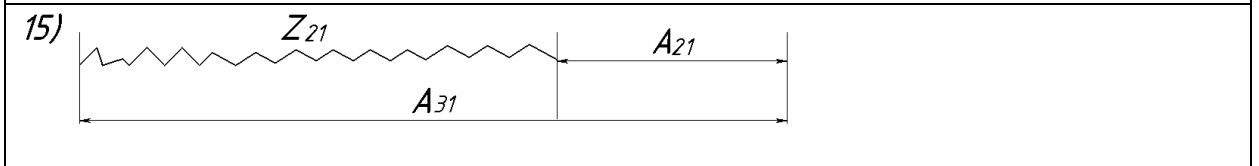
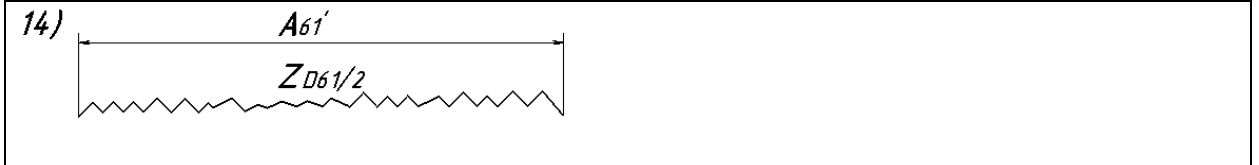
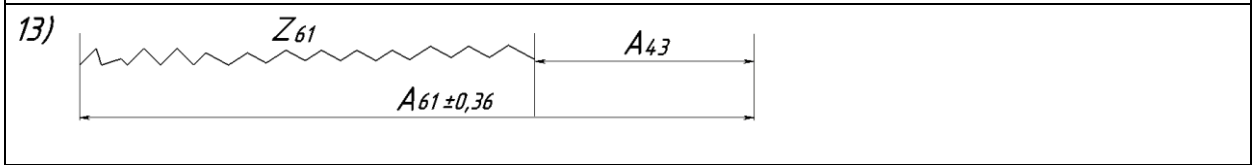
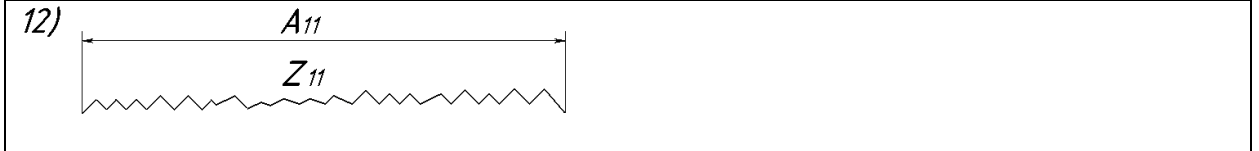
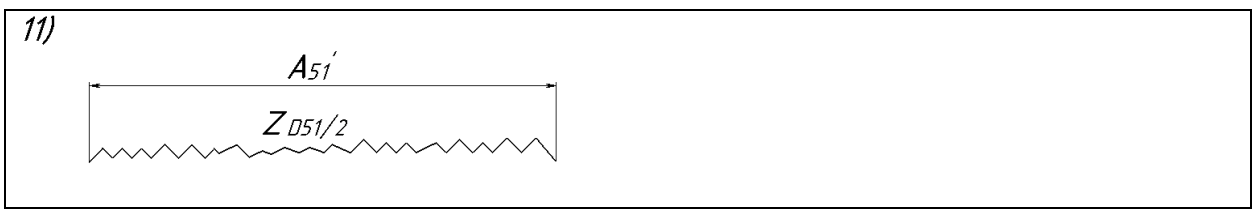


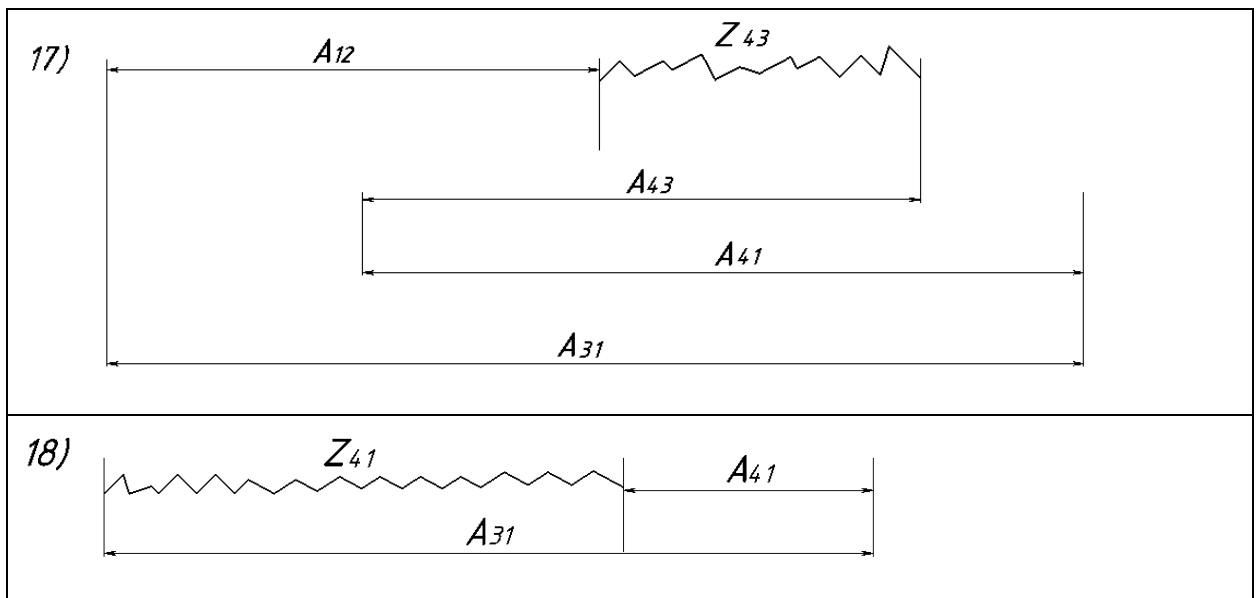
Таблица 7. Размерные цепи

1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
7)	
8)	
9)	



Продолжение таблицы 7. Размерные цепи





### Расчет

Для начала расчета вынесем размеры равные между собой. Это конструкторские и линейные технологические. Назначим им допуски согласно справочнику [1]. Нумерация уравнений соответствует нумерации размерных цепей таблицы 6.

1)  $K_1 = A_{41} = 11,5 \pm 0,43$  мм

2)  $K_2 = A_{51} = 10 \pm 0,36$  мм

3)  $K_3 = A_{35} = 0,5 \pm 0,25$  мм

6)  $K_6 = A_{44} = 0,5 \pm 0,25$  мм

7)  $K_7 = A_{61} = 10 \pm 0,36$  мм

11) Расчитаем размерную цепь 11. Для этого все табличные данные возьмем из справочника [1].  $R_z$  – шероховатость;  $h$  – величина дефектного слоя;  $\varepsilon$  – суммарная погрешность закрепления;  $\rho_{\phi}$ ,  $\rho_{\psi}$  – точность геометрической формы и расположения поверхностей;  $T_d$  допуск.

$$R_z = 0,008 \text{ мм } h = 0,02 \text{ мм } \rho_{\phi} = 0,0035 \text{ мм } \rho_{\psi} = 0,0025 \text{ мм } \varepsilon_6 = 0,02 \text{ мм } \varepsilon_3 = 0,03 \text{ мм } T_d = 0,0127 \text{ мм}$$

Суммарная погрешность закрепления:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,03^2} = 0,036 \text{ мм}$$

Суммарная точность геометрической формы:

$$\rho = \sqrt{\rho_{u}^2 + \rho_{u}^2} = \sqrt{0,0035^2 + 0,0025^2} = 0,004 \text{ мм}$$

Общий допуск на размер:

$$Z_{D51/2} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,008 + 0,02 + \sqrt{0,004^2 + 0,036^2}) = 0,129 \text{ мм}$$

$$Z_{D51/2 \text{ min}} = 0,129 \text{ мм}$$

$$Z_{D51/2 \text{ max}} = Z_{D51/2 \text{ min}} + T_d = 0,129 + 0,012 = 0,141 \text{ мм}$$

Следовательно размер  $A'_{51}$  равен:

$$Z_{D51/2} = 0,1^{+0,041}_{+0,029} \text{ мм} = A'_{51}$$

Все дальнейшие размерные цепи рассчитываются по аналогичному принципу.

**12)**  $R_z = 0,12 \text{ мм}$   $h = 0,12 \text{ мм}$   $\rho_{\phi} = 0,012 \text{ мм}$   $\rho_{\square} = 0,015 \text{ мм}$   $\varepsilon_{\delta} = 0,02 \text{ мм}$   $\varepsilon_3 = 0,27 \text{ мм}$   $T_d = 0,22 \text{ мм}$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,27^2} = 0,271 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{u}^2 + \rho_{u}^2} = \sqrt{0,012^2 + 0,015^2} = 0,012 \text{ мм}$$

$$Z_{D11} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,12 + 0,12 + \sqrt{0,271^2 + 0,012^2}) = 1,022 \text{ мм}$$

$$Z_{D11\min} = 1,022 \text{ MM}$$

$$Z_{D11\max} = Z_{D11\min} + T_d = 1,022 + 0,22 = 1,242 \text{ MM}$$

$$Z_{D11} = 1_{+0,022}^{+0,242} \text{ MM} = A_{11}$$

**14)**  $R_z = 0,008 \text{ MM}$   $h = 0,02 \text{ MM}$   $\rho_\phi = 0,0012 \text{ MM}$   $\rho_u = 0,0015 \text{ MM}$   $\varepsilon_6 = 0,02 \text{ MM}$   $\varepsilon_3 = 0,03 \text{ MM}$   $T_d = 0,012 \text{ MM}$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,03^2} = 0,012 \text{ MM}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_u^2 + \rho_\phi^2} = \sqrt{0,0012^2 + 0,0015^2} = 0,0004 \text{ MM}$$

$$Z_{D61/2} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,008 + 0,02 + \sqrt{0,0004^2 + 0,012^2}) = 0,129 \text{ MM}$$

$$Z_{D61/2\min} = 0,129 \text{ MM}$$

$$Z_{D61/2\max} = Z_{D61/2\min} + T_d = 0,129 + 0,012 = 0,141 \text{ MM}$$

$$Z_{D61/2} = 0,1_{+0,029}^{+0,041} \text{ MM} = A'_{61}$$

**4)**  $A_{34} = K_4 + A'_{51} = 0,5 \pm 0,25 + 0,1_{+0,029}^{+0,041} = 0,6_{-0,221}^{+0,294} \text{ MM}$

**5)**  $A_{42} = K_5 + A'_{61} = 1 \pm 0,25 + 0,1_{+0,029}^{+0,041} = 1,1_{-0,221}^{+0,291} \text{ MM}$

9)  $R_z = 0,008$  MM  $h = 0,02$  MM  $\rho_\phi = 0,007$  MM  $\rho_{II} = 0,005$  MM  $\varepsilon_6 = 0,02$  MM  $\varepsilon_3 = 0,035$  MM  $T_d = 0,052$  MM

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,035^2} = 0,009 \text{ MM}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_u^2 + \rho_{II}^2} = \sqrt{0,007^2 + 0,005^2} = 0,005 \text{ MM}$$

$$Z_{51} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,008 + 0,02 + \sqrt{0,005^2 + 0,009^2}) = 0,138 \text{ MM}$$

$$Z_{51\min} = 0,138 \text{ MM}$$

$$Z_{51\max} = Z_{51\min} + T_d = 0,138 + 0,052 = 0,19 \text{ MM}$$

$$Z_{51} = 0,1_{+0,038}^{+0,09} \text{ MM}$$

$$A_{32} = A_{51} - Z_{51} = 10 \pm 0,36 - 0,1_{+0,038}^{+0,09} = 9,9_{-0,398}^{+0,27} \text{ MM}$$

13)  $R_z = 0,008$  MM  $h = 0,02$  MM  $\rho_\phi = 0,008$  MM  $\rho_{II} = 0,007$  MM  $\varepsilon_6 = 0,02$  MM  $\varepsilon_3 = 0,05$  MM  $T_d = 0,03$  MM

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,05^2} = 0,054 \text{ MM}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_u^2 + \rho_{II}^2} = \sqrt{0,007^2 + 0,008^2} = 0,011 \text{ MM}$$

$$Z_{61} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,008 + 0,02 + \sqrt{0,011^2 + 0,054^2}) = 0,166 \text{ MM}$$

$$Z_{61\min} = 0,166 \text{ MM}$$

$$Z_{61\max} = Z_{61\min} + T_d = 0,166 + 0,03 = 0,196 \text{ MM}$$

$$Z_{61} = 0,1_{+0,066}^{+0,096} \text{ MM}$$

$$A_{43} = A_{61} - Z_{61} = 10 \pm 0,36 - 0,1_{+0,066}^{+0,096} = 9,9_{-0,426}^{+0,264} \text{ MM}$$

**18)**  $R_z = 0,04 \text{ MM}$   $h = 0,05 \text{ MM}$   $\rho_\phi = 0,01 \text{ MM}$   $\rho_u = 0,011 \text{ MM}$   $\varepsilon_6 = 0,02 \text{ MM}$   $\varepsilon_3 = 0,08 \text{ MM}$   $T_d = 0,39 \text{ MM}$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,08^2} = 0,082 \text{ MM}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_u^2 + \rho_u^2} = \sqrt{0,007^2 + 0,008^2} = 0,015 \text{ MM}$$

$$Z_{41} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,008 + 0,02 + \sqrt{0,015^2 + 0,082^2}) = 0,348 \text{ MM}$$

$$Z_{41\text{min}} = 0,348 \text{ MM}$$

$$Z_{41\text{max}} = Z_{41\text{min}} + T_d = 0,348 + 0,39 = 0,738 \text{ MM}$$

$$Z_{41} = 0,3_{+0,048}^{+0,438} \text{ MM}$$

$$A_{31} = A_{41} - Z_{41} = 11,5 \pm 0,43 - 0,3_{+0,048}^{+0,438} = 11,8_{-0,382}^{+0,868} \text{ MM}$$

**15)**  $R_z = 0,04 \text{ MM}$   $h = 0,05 \text{ MM}$   $\rho_\phi = 0,01 \text{ MM}$   $\rho_u = 0,011 \text{ MM}$   $\varepsilon_6 = 0,02 \text{ MM}$   $\varepsilon_3 = 0,08 \text{ MM}$   $T_d = 0,39 \text{ MM}$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,08^2} = 0,082 \text{ MM}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_u^2 + \rho_u^2} = \sqrt{0,007^2 + 0,008^2} = 0,015 \text{ MM}$$

$$Z_{21} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,008 + 0,02 + \sqrt{0,015^2 + 0,082^2}) = 0,348 \text{ MM}$$

$$Z_{21\text{min}} = 0,348 \text{ MM}$$

$$Z_{21\max} = Z_{21\min} + T_d = 0,348 + 0,39 = 0,738 \text{ MM}$$

$$Z_{21} = 0,3_{+0,048}^{+0,438} \text{ MM}$$

$$A_{21} = A_{31} - Z_{21} = 11,8_{-0,382}^{+0,868} - 0,3_{+0,048}^{+0,438} = 11,5_{-0,43}^{+1,306} \text{ MM}$$

$$16) A_{13} = A_{21} + Z_{21} = 11,5_{-0,43}^{+1,306} + 0,3_{+0,048}^{+0,438} = 11,8_{-0,382}^{+1,742} \text{ MM}$$

$$8) -A_{45} = K_8 + A_{43} - A_{61} = 0,5 \pm 0,25 + 9,9_{-0,426}^{+0,264} - 10 \pm 0,36 = 0,4_{-1,036}^{+0,874}$$

MM

$$10) R_z = 0,018 \text{ MM } h = 0,025 \text{ MM } \rho_\phi = 0,0018 \text{ MM } \rho_{\text{II}} = 0,0032 \text{ MM } \varepsilon_6 = 0,02 \text{ MM } \varepsilon_3 = 0,07 \text{ MM } T_d = 0,084 \text{ MM}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,07^2} = 0,073 \text{ MM}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_u^2 + \rho_{\text{II}}^2} = \sqrt{0,0018^2 + 0,0032^2} = 0,004 \text{ MM}$$

$$Z_{32} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,008 + 0,02 + \sqrt{0,004^2 + 0,073^2}) = 0,232 \text{ MM}$$

$$Z_{32\min} = 0,232 \text{ MM}$$

$$Z_{32\max} = Z_{32\min} + T_d = 0,232 + 0,084 = 0,316 \text{ MM}$$

$$Z_{32} = 0,2_{+0,032}^{+0,116} \text{ MM}$$

$$A_{22} = A_{21} - A_{31} + A_{32} - Z_{21} = 11,5_{-0,43}^{+1,306} - 11,8_{+0,382}^{+0,868} + 9,9_{-0,398}^{+0,27} -$$

$$0,2_{+0,032}^{+0,116} = 9,4_{-0,478}^{+0,592} \text{ MM}$$



17)  $R_z = 0,04$  MM  $h = 0,05$  MM  $\rho_\phi = 0,015$  MM  $\rho_{II} = 0,013$  MM  $\varepsilon_6 = 0,02$  MM  $\varepsilon_3 = 0,1$  MM  $T_d = 0,46$  MM

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,1^2} = 0,102 \text{ MM}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_u^2 + \rho_{II}^2} = \sqrt{0,015^2 + 0,013^2} = 0,02 \text{ MM}$$

$$Z_{43} = 2 * (R_z + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 * (0,008 + 0,02 + \sqrt{0,02^2 + 0,102^2}) = 0,388 \text{ MM}$$

$$Z_{43\min} = 0,388 \text{ MM}$$

$$Z_{43\max} = Z_{43\min} + T_d = 0,388 + 0,46 = 0,848 \text{ MM}$$

$$Z_{43} = 0,3_{+0,088}^{+0,548} \text{ MM}$$

$$A_{12} = A_{31} - A_{41} + A_{43} - Z_{43} = 11,8_{-0,382}^{+0,868} - 11,5 \pm 0,43 + 9,9_{-0,426}^{+0,264} -$$

$$0,3_{+0,088}^{+0,548} = 9,9_{-0,29}^{+0,154} \text{ MM}$$

Таблица 8. Таблица технологических размеров

Обозначение технологического размера	Значение
$A_{41}$	$11,5 \pm 0,43$
$A_{51}$	$10 \pm 0,36$
$A_{35}$	$0,5 \pm 0,25$
$A_{44}$	$0,5 \pm 0,25$
$A_{61}$	$10 \pm 0,36$
$A'_{51}$	$0,1^{+0,041}_{+0,029}$
$A_{11}$	$1^{+0,242}_{+0,022}$
$A'_{61}$	$0,1^{+0,041}_{+0,029}$
$A_{13}$	$11,8^{+1,742}_{-0,382}$
$A_{45}$	$0,4^{+0,874}_{-1,036}$
$A_{22}$	$9,4^{+0,592}_{-0,478}$
$A_{12}$	$9,9^{+0,154}_{-0,29}$
$A_{34}$	$0,6^{+0,294}_{-0,221}$
$A_{42}$	$1,1^{+0,291}_{-0,221}$
$A_{32}$	$9,9^{+0,27}_{-0,398}$
$A_{43}$	$9,9^{+0,264}_{-0,426}$
$A_{31}$	$11,8^{+0,868}_{-0,382}$
$A_{21}$	$11,5^{+1,306}_{-0,43}$

## Реализация обработки в САМ продукте Siemens NX

Для начала работы необходимо подготовить 2 детали. Это готовая деталь и деталь заготовка. Затем собрать эти детали так, чтобы готовая деталь располагалась внутри заготовки. На Рис.1 показана готовая сборка для начала работы.

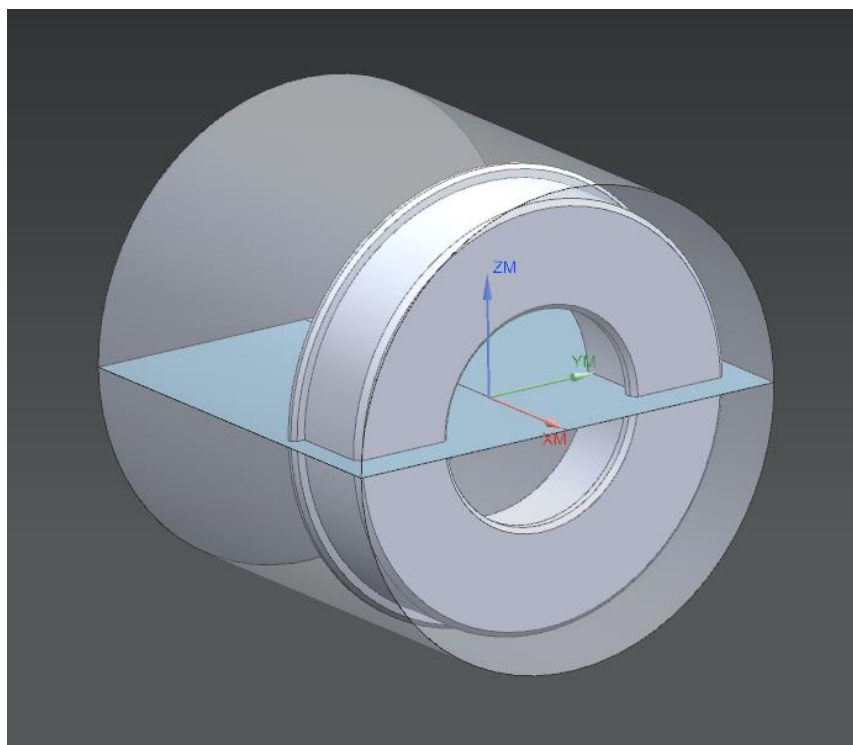


Рис.20 Рабочая область детали

Затем необходимо указать что является заготовкой, а что деталью. Для этого во вкладке «навигатор операций» мы выбираем подменю вид геометрии. Двойным щелчком в дереве функций ждем по функции «WORKPIECE» и в появившемся меню выбираем готовую деталь и заготовку. На Рис.2 и Рис.3 показаны данные действия.

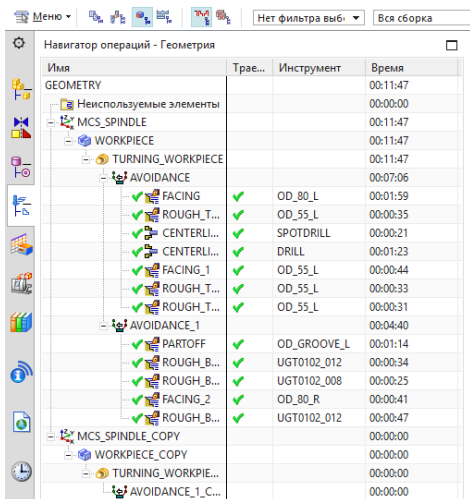


Рис.21 Дерево конструирования

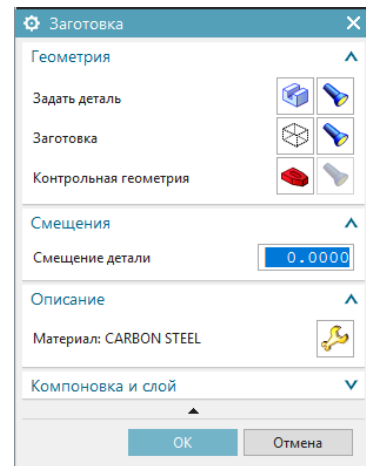


Рис.22 Подменю выбора заготовки и детали

После того, как все задано, необходимо создать токарное сечение. Оно будет применяться для создания операций обработки детали. Для этого необходимо в дереве функций двойным щелчком левой кнопкой мыши нажать на функцию TURNING WORKPIECE. В появившемся окне которое показано на Рис.4 нажать ок. После этого будет автоматически создано токарное сечение.

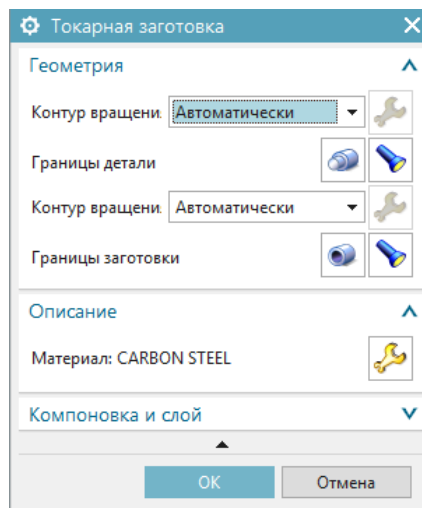


Рис.23 Меню настройки токарной обработки

Все готово для создания операций. Перед созданием операций удобно погасить 3D отображение. Таким образом в рабочей области останется только 2D эскиз детали, что существенно упростит определение точек начала обработки. На Рис.5 показано как будет выглядеть рабочая область.

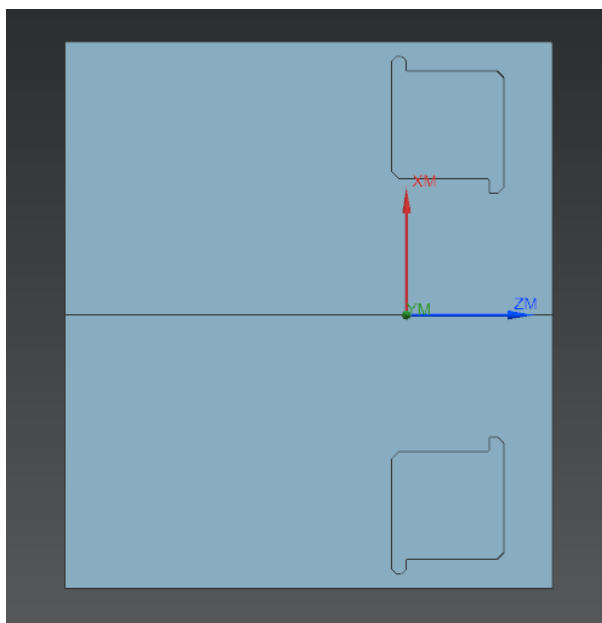


Рис.24 Эскиз 2D детали

Для этого необходимо перейти во вкладку «навигатор сборки». В открывшемся меню дерева элементов убрать галочки рядом с заготовкой и деталью. На Рис.6 показан готовый результат.

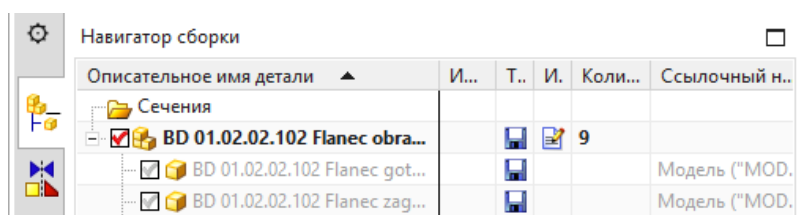


Рис.25 Отключение 3D отображения

Рассмотрим пример создания операции. Так как все готово для этого приступим непосредственно к созданию операции. В данном случае деталь получается токарной обработкой. При создании именно токарной обработки

программный продукт автоматически создает 2 резца. Воспользуемся одним из них для создания нашей операции. Операцией будет являться черновая подрезка торца детали. Выбираем функцию «создание операции». В открывшемся подменю мы можем настроить тип обработки, у нас это «turning» то есть токарная. Так же выбираем «подтип операции» у нас это «торцевание».

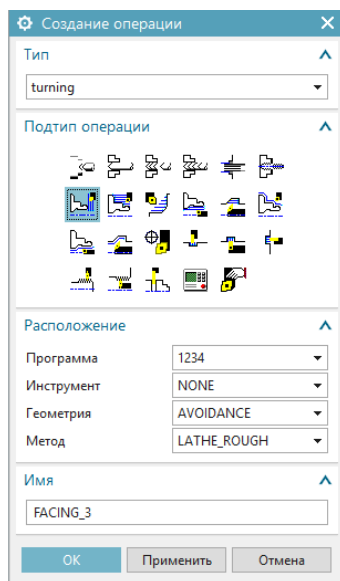


Рис.26 Настройка операции

Так же мы можем выбрать программу, по умолчанию она 1234. Инструмент, который берем либо из библиотеки программного продукта, либо задаем сами. Выбираем геометрию, она необходима для задания координат входа и выхода инструмента. И выбираем метод LATHE ROUGH, то есть черновая. Жмем ок. Появляется подменю функции в котором мы можем задать зону обработки, траекторию, шаг и тд.

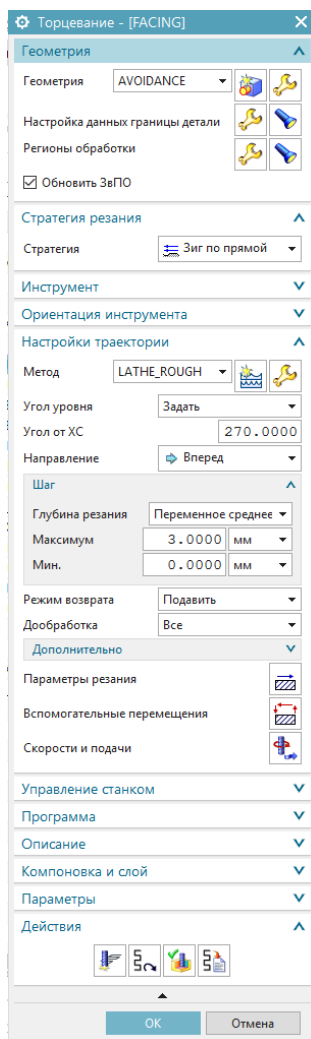



Рис.27 Настройка процесса обработки

Далее нажимаем на  регионы обработки и открывается подменю. В данном случае для торцевания зададим осевую плоскость обрезки с помощью точки. На Рис.12 и Рис.13 показан готовый результат.

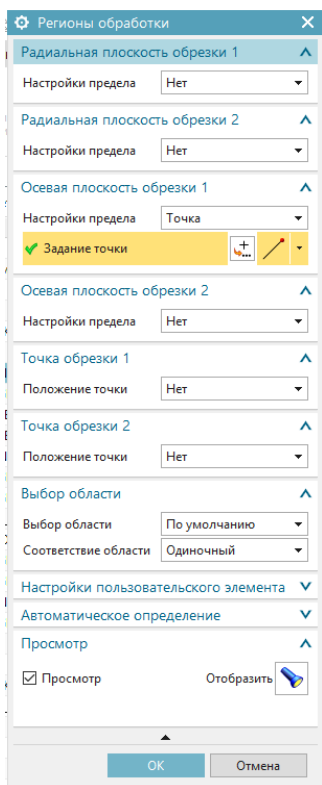


Рис. 28 Положение обработки

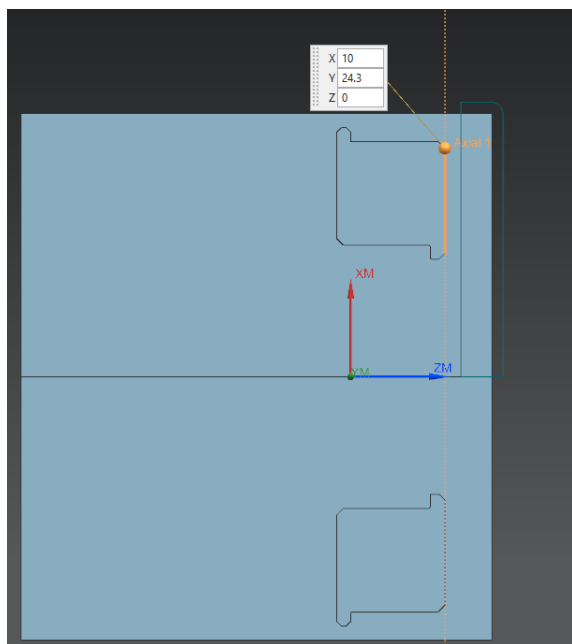


Рис. 29 Задание направления

Жмем ок в нашем подменю. И возвращаемся на предыдущее меню с параметрами. Так как все параметры заданы и регион обработки выбран жмем кнопку «Генерировать». После чего программный продукт сгенерирует траекторию обработки детали. Для проверки воспользуемся функцией «Проверка». Жмем на нее и нам открывается подменю. В нем ставим галочку «удаление материала в 2D», нам это необходимо для оценки правильности обработки.



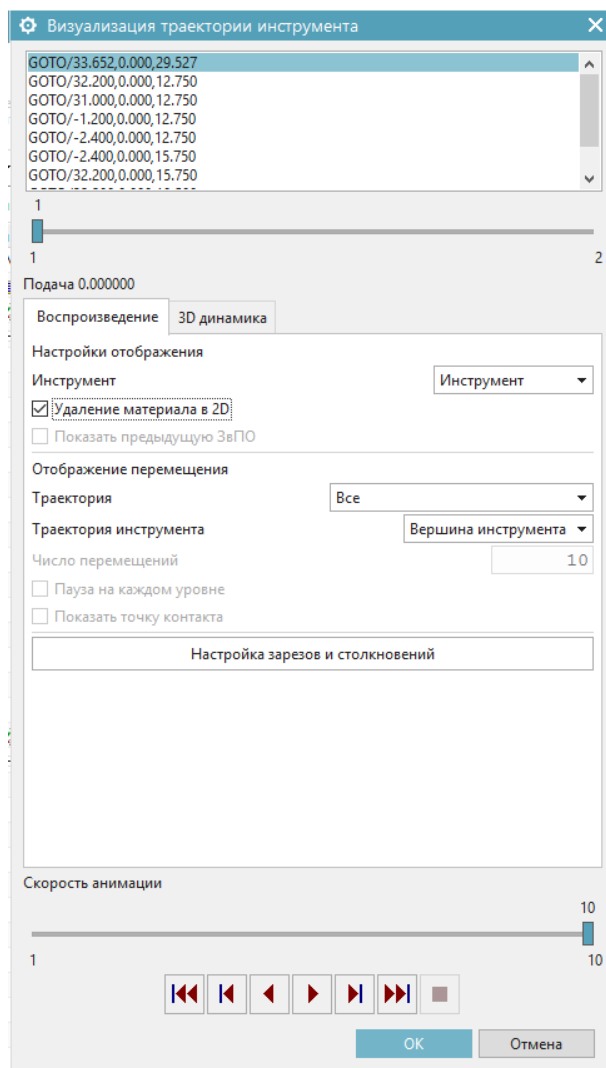


Рис.30 Визуализация обработки

При выборе необходимой скорости анимации мы можем просмотреть нашу обработку в рабочей зоне. После того как убедимся, что все в порядке жмем клавишу ок и операция сохранится в дереве операций. Аналогично делаем последующие операции.

После того как деталь готова и все в порядке необходимо получить код для станка с ЧПУ. Для этого выбираем функцию «постпроцессировать» и в появившемся подменю выбираем тип постпроцессора, то есть систему в которой будет вестись обработка. В данном случае выбираем LATHE 2 AXIS TOOL TIP.

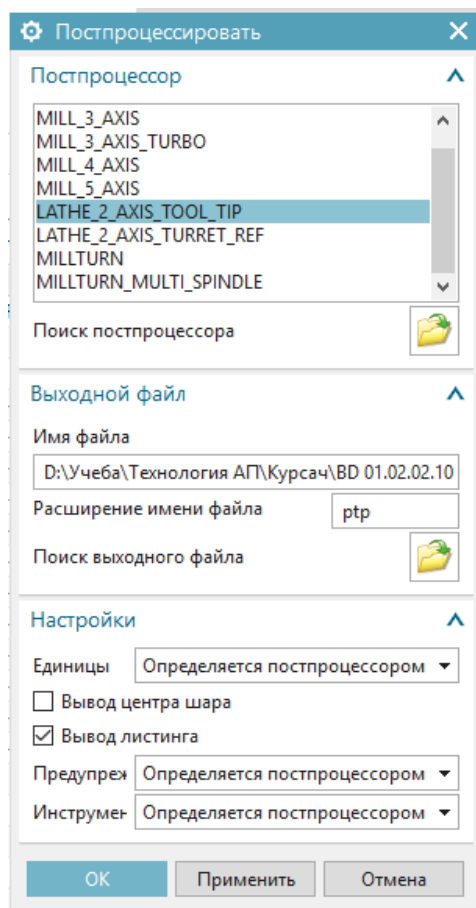


Рис.31 Настройка постпроцесса

Жмем ок. Получаем код для станка с ЧПУ.

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5Б	Серпокрылову Максиму

Школа	ИШЭ	Отделение школы(НОЦ)	НОЦ им.Бутакова
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

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

<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</p>	<p>1. Материально-технические ресурсы: биологический лабораторный комплекс (414000р); компьютер (65000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (600р); информационные ресурсы: научные журналы, монографии, учебники и статьи по теме исследований, (2000р); человеческие ресурсы: студент (инженер-дипломник), научный руководитель.</p>
<p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	<p>2. Норма амортизации 10%. 30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 1,3 районный коэффициент.</p>

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

<p>1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</p>	<p>1. Анализ конкурентных технических решений</p>
<p>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</p>	<p>2. Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта</p>
<p>3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</p>	<p>3. Определение затрат на проектирование</p>
<p>4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</p>	<p>4. Определение капиталовложений в проект</p>
<p>5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</p>	<p>5. Определение эксплуатационных затрат; расчет интегрального показателя</p>

	<i>ресурсоэффективности</i>
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Календарный план-график проведения работ по проектированию тредбана</li> <li>2. Матрица вероятности рисков/потерь</li> <li>3. Многоугольник конкурентоспособности</li> <li>4. График SWOT анализа</li> </ol>	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП.	Скаковская Н.В.	к.ф.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Серпокрылов Максим		

## Формирование концепции проекта

1. Составление паспорта проекта  
Результат этапа 1 представлен в таблице 1.

Таблица 9 – Концепция проекта

Наименование	Описание
Название проекта	Биологический лабораторный комплекс для мышей
Описание проекта	Изменение имеющейся конструкции из десяти беговых дорожек до пяти
Актуальность проекта	Наличие заказа на данный комплекс
Цель проекта	Данный проект состоит из двух частей: 1) Разработать лабораторный комплекс для исследований болезней сердца. 2) Разработать технологический процесс. В данном проекте будем рассматривать вторую часть.
Исполнитель проекта	Серпокрылов М.

2. Построение дерева целей проекта  
Результат этапа 2 представлен на рисунке 1.

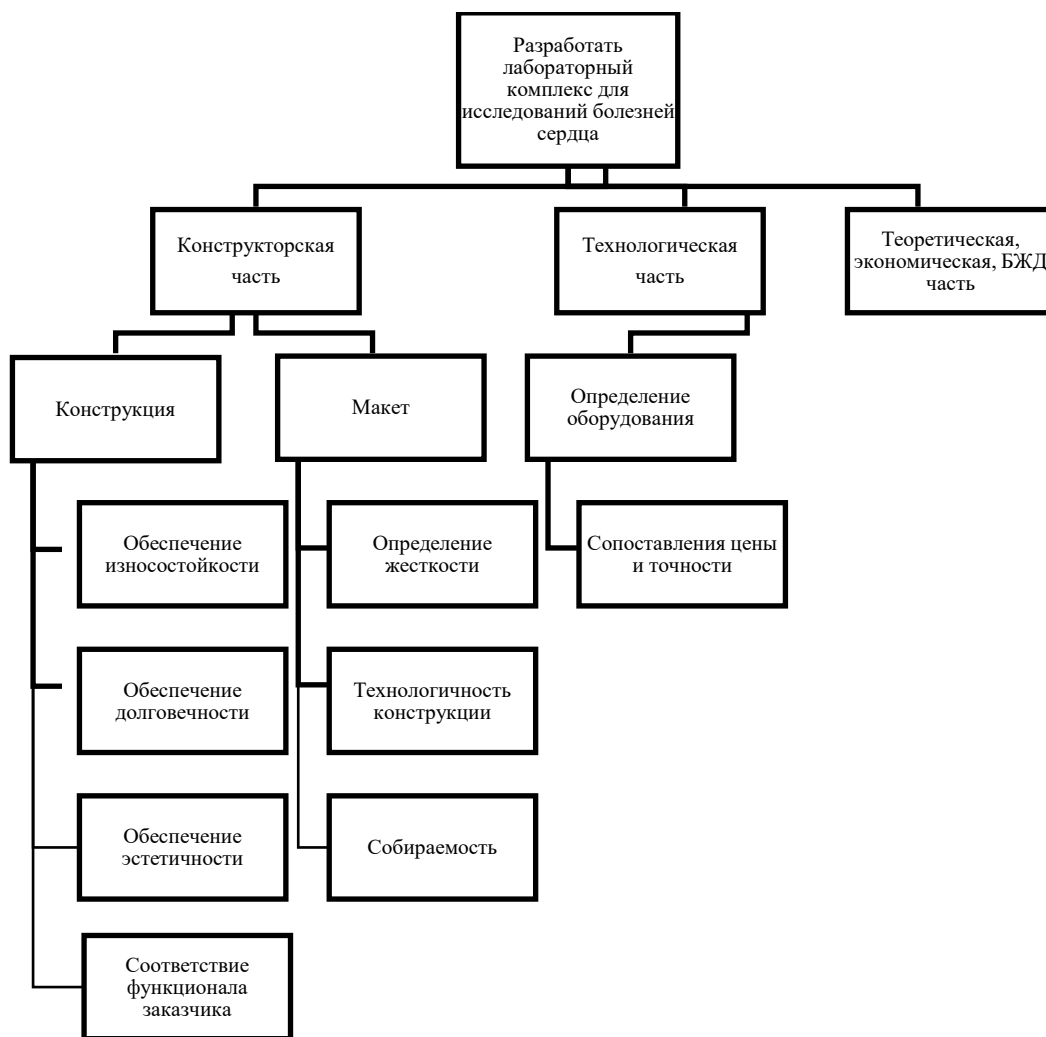


Рис. 32 – Дерево целей проекта

3. Выполнение SWOT-анализ проекта  
 Результат этапа 3 представлен в таблице 2.

Таблица 10 – SWOT-анализ проекта

		<b>Внутренние факторы</b>	
		<b>Сильные стороны проекта:</b>	<b>Слабые стороны проекта:</b>
<b>Внешние факторы</b>		1. Простота изготовления 2. Технологичность сборки 3. Уникальность продукта 4. Долговечность	1. Себестоимость 2. Сложность изготовления комплектующих деталей 3. Отсутствия должных навыков у сотрудников 4. Отсутствие рекламы
	<b>Возможности:</b> 1. Расширение рынка сбыта 2. Удешевление компонентов 3. Небольшая конкуренция 4. Долгосрочное сотрудничество с потребителями	Благодаря небольшой конкуренции будет обеспечен хороший спрос, а так же будет уменьшаться себестоимость.	При отсутствии должного маркетинга сложно обеспечить продажу данной единицы продукции.
	<b>Угрозы:</b> 1. Ненадежность поставщиков 2. Узкий рынок сбыта 3. Более лучший продукт у конкурентов 4. Не востребованность у потребителей	Задержка сроков изготовления, и продажи продукции.	Возникающий периодически брак деталей для данной единицы.

## Оценка конкурентоспособности проекта экспертным методом

*Методика оценки конкурентоспособности:*

- ✓ Определить критерии конкурентоспособности, по которым будет производиться оценка
- ✓ Составить оценочную таблицу «Оценка конкурентоспособности экспертом» (таблица 3-4)
- ✓ Определить оценочную шкалу факторов конкурентоспособности (1-10-бальная шкала)
- ✓ Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл
- ✓ Определить оценочную шкалу важности фактора (1-5-бальная шкала)
- ✓ Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл
- ✓ Расставить баллы по всем факторам и по важности факторов
- ✓ Рассчитать весовой коэффициент по каждому фактору
- ✓ Умножить полученные весовые коэффициенты на оценку эксперта (от 1 до 10) и сумма полученных значений даст итоговую оценку эксперта
- ✓ Занести полученные результаты всех экспертов в таблицу «Итоговая экспертная оценка конкурентоспособности» (таблица 5)
- ✓ По результатам расчетов построить многоугольник конкурентоспособности и сделать выводы

Таблица 11 – Оценка конкурентоспособности первым экспертом  
(Серпокрылов М.)

№ п/п	Фирма производитель	Цена	Качество	Дизайн	Кол-во дороже	Срок поставки	Возможность использования разных семейств грызунов	Итоговая оценка
-------	---------------------	------	----------	--------	---------------	---------------	--	-----------------



1	Tse Phenomaster System	4/0,91	4/0,91	2/0,18	2/0,45	6/1,36	10/0,91	4,72
2	Harvard Apparatus	5/1,14	4/0,91	3/0,27	3/0,68	5/1,14	0/0	4,13
3	Наш проект	8/1,82	7/1,59	8/0,73	7/1,59	5/1,14	10/0,91	7,77
	Важность, $b_j$	5	5	2	5	5	2	22
	Вес, $w_j$	0,23	0,23	0,91	0,23	0,23	0,91	1

Таблица 12 – Итоговая экспертная оценка конкурентоспособности

№ п/п	Фирма производитель	Серпокрылов М.Ю.	Средняя оценка
1	Tse Phenomaster System	4,72	4,72
2	Harvard Apparatus	4,13	4,13
3	Наш проект	7,77	7,77

Таким образом, по результатам сделанных расчетов, наибольшей конкурентоспособностью обладает разрабатываемый проект (7,77).

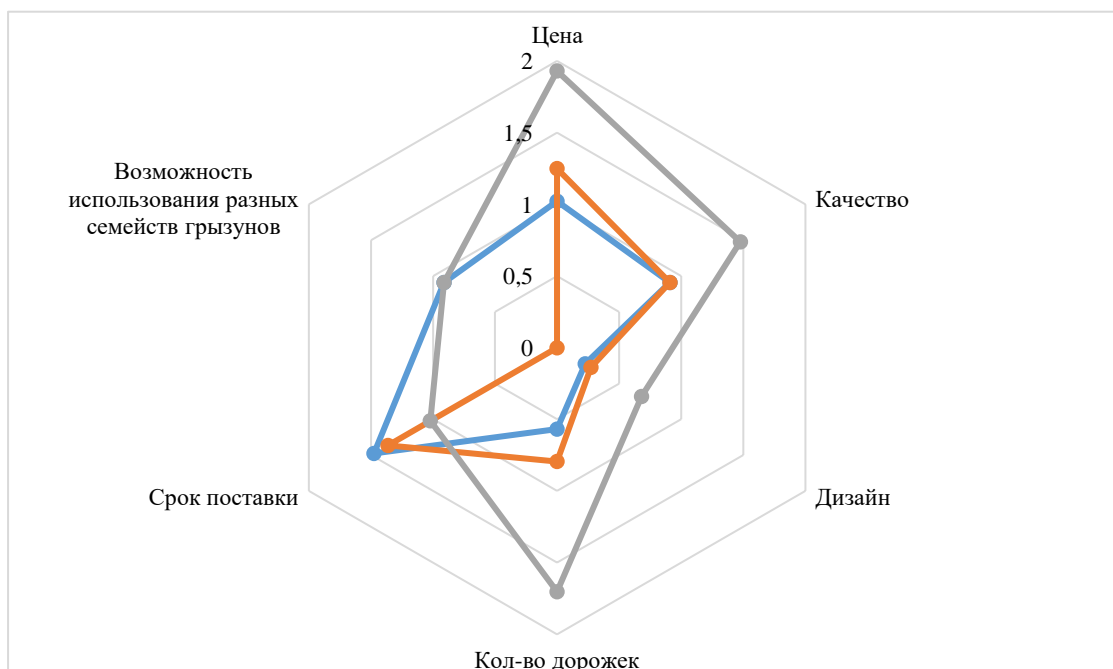


Рис. 33 – Многоугольник конкурентоспособности

## Планирование проекта

1. На основании задания №1 (дерево целей проекта) была составлена табличная модель, определены основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения. Результаты сведены в таблицу 6.

Таблица 13 – Работы при реализации проекта

Номер	Наименование	Продолжительность, дни	Ресурсы
1	Анализ конструкции	14	Два конструктора
2	Концепт	30	Два конструктора
3	Детальное проектирование	15	Два конструктора
4	Составление КД	10	Два конструктора
5	Подготовка деталей под имеющуюся технологическую базу	2	Технолог
6	Заказ комплектующих	2	Менеджер проектов
7	Заказ изготовления деталей	2	Менеджер проектов
8	Изготовление деталей	7	Аутсорсинг
9	Сборка установки	14	Двое рабочих

10	Подсчет стоимости	1	Менеджер проектов
11	Маркетинг и создания бренд букс	14	Маркетолог

2. На основании составленной табличной модели был построен график Ганта. Результат представлен в таблице 7.

Таблица 14 – График Ганта

Номер	Продолжительность (дни)								
1	7								
2		4	1						
3			0	3					
4				5	1				
5					0	1			
6							2		
7								2	
8								7	
9									14
10									1
11									14

	Два конструктора
	Технолог

	Менеджер проектов
	Аутсорсинг
	Двое рабочих
	Маркетолог

Таким образом, общая длительность проекта составляет 101 день.

## Оценка рисков проекта

Риск – это возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой возникновение различного рода потерь. Единой классификации рисков проекта не существует. Можно выделить следующие основные группы рисков, присущие практически всем проектам: политические, экономические, социальные, технологические, экологические, финансовые, организационные, маркетинговые, кадровые, технические.

1. Определить основные группы рисков проекта, описать, в чем заключается каждая группа рисков. Результат этапа 1 представлен в таблице 8.

Таблица 15 – Определение рисков

№ п/п	Наименование риска	Описание риска
1	Экономические	Девальвация валюты Влияние: повышение стоимости комплектующих; проблема поставки комплектующих
2	Социальные	Испытания на животных Влияние: проблемы продажи продуктов

3	Экологические	Небезотходное производство Влияние: проблемы с утилизацией продукции
4	Технологические	Низкая квалификация рабочих (аутсорсинг) Влияние: низкое качество изготовления узлов установки
5	Финансовые	Повышение цен на комплектующие Влияние: уменьшение прибыли
6	Организационные	Организация труда Влияние: увеличение срока поставки и комплектующих
7	Маркетинговые	Выход на рынок Влияние: определение клиента и сбыт продукта
8	Кадровые	Текучка кадров Влияние: нарушение сроков сдачи

2. Выполнить оценку вероятности риска по шкале вероятности риска (таблица 9) и шкале оценки уровня потерь (таблица 10). Результат этапа 2 представлен в таблицах 11-12.

Таблица 16 – Шкала оценки вероятности риска

Оценка вероятности риска	
Вероятность	Значение
Нулевая	Нет ни одного шанса, что данное событие произойдет.
Низкая	Вероятность того, что данное событие произойдет, лежит в диапазоне от 1 до 40%.
Средняя	Вероятность того, что данное событие произойдет, лежит в диапазоне от 41 до 70%.
Высокая	Вероятность того, что данное событие произойдет, лежит в диапазоне от 71 до 99%.

Таблица 17 – Шкала оценки уровня потерь

Оценка уровня потерь	
Уровень потерь	Значение

Нулевой	Даже если данное событие произойдет, то оно не повлечет за собой никаких потерь.
Низкий	Потери проекта в случае, если данное событие произойдет, незначительны, но заметны как для заказчика, так и для спонсора.
Средний	Потери проекта в случае, если данное событие произойдет, существенны, могут привести к нарушению приемных критериев заказчика, выходу за временные или бюджетные рамки.
Высокий	Потери проекта в случае, если данное событие произойдет, значительны, могут поставить проект под серьезную угрозу или полностью провалить его.

Таблица 18 – Оценка вероятности риска

№ п/п	Наименование риска	Оценка вероятности риска (низкая, средняя, высокая)
1	Экономические	средняя
2	Социальные	высокая
3	Экологические	низкая
4	Технологические	высокая
5	Финансовые	высокая
6	Организационные	средняя
7	Маркетинговые	высокая
8	Кадровые	средняя

Таблица 19 – Оценка уровня потерь

№ п/п	Наименование риска	Оценка уровня потерь (низкий, средний, высокий)
1	Экономические	низкий
2	Социальные	низкий
3	Экологические	низкий
4	Технологические	средний
5	Финансовые	средний
6	Организационные	высокий
7	Маркетинговые	средний
8	Кадровые	высокий

3. Заполнить таблицу «Матрица вероятности рисков/потерь» на основе выполненной оценки вероятности риска и уровня потерь.

<b>Матрица вероятности рисков/потерь</b>				
		Уровень потерь		
		Высокий	Средний	Низкий
Вероятность	Высокая	4,5,7	2	1
	Средняя	6,8	3	2
	Низкая	4	5	3

Красная область – высокий риск;

Желтая область – существенный риск;

Синяя область – умеренный риск;

Зеленая область – незначительный риск.

4. Разработать мероприятия по снижению рисков. Результат этапа 4 представлен в таблице 13.

Таблица 20 – Основные мероприятия по снижению риска

№ п/п	Наименование риска	Мероприятия по снижению риска
5	Финансовые	Заложить запас средств
6	Организационные	Проводить тренинги для сотрудников руководящих должностей
7	Маркетинговые	Создавать мотивационные условия для сотрудников маркетингового отдела
8	Кадровые	Создать комфортные условия труда

### **Составление матрицы ответственности проекта**

Матрица ответственности устанавливает степень ответственность каждого участника проектной команды за выполнение отдельных этапов и задач проекта.

*Методика ARCI:*

Ответственный (Accountable) – полностью отвечает за исполнение этапа/задачи, вправе принимать решения по способу реализации. В качестве ответственного за задачу может назначаться только один человек.

Исполнитель (Responsible) – исполняет задачу, не несет ответственность за выбор способа её решения, но отвечает за качество и сроки реализации. У каждой задачи должен быть хотя бы один исполнитель.

Консультант (Consult before doing) – оказывает консультации в ходе решения задач проекта, контролирует качество реализации.

Наблюдатель (Inform after doing) – может оказывать консультации в ходе решения задач проекта, не несет ответственности.

На основании задания №1 (дерево целей проекта) и №3 (работы при реализации проекта) была сделана матрица ответственности проекта: составлен перечень работ, сформирован список участников проекта, распределена степень ответственности за каждый вид работ по участникам проекта. Результат представлен в таблице 14.

Таблица 21 – Матрица ответственности проекта

Перечень работ/Участники проекта	К	Т	МП	А	Р	М
Анализ конструкции	И, О					
Концепт	И, О					
Детальное проектирование	И, О	К				
Составление КД	И, О	К				



Подготовка деталей под имеющуюся технологическую базу		И, О				
Заказ комплектующих	К	К	И, О			
Заказ изготовления деталей	К	К	И, О			
Изготовление деталей				И, О		
Сборка установки	К				И, О	
Подсчет стоимости			И, О			
Маркетинг и создания бренд букс						И, О

***Примечание (роли):***

О – ответственный

И – исполнитель

К – консультант

Н – наблюдатель

***Примечание (работники):***

К – конструкторы

Т – технолог

МП – менеджер проектов

А – аутсорсинг

Р – рабочие

М – Маркетолог

**Бюджет затрат на проектирование**

При планировании бюджета проекта необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат

- материальные затраты проекта;
- основная заработная плата исполнителей проекта;
- дополнительная заработная плата исполнителей проекта;

### Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 22 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы З <sub>м</sub> , руб.
Краска для принтера	шт.	1	850	850
Бумага для принтера формата А4(500 листов)	пачка	2	230	460
Ручка шариковая	шт.	5	25	125
Карандаш чертежный	шт.	4	20	80
Итого, руб.				1515

Суммарно материальные затраты составили 1515 рублей. Цены подобраны усредненные по Томску.

## Основная заработная плата исполнителей проекта

Пункт включает в себя основную заработную плату  $Z_{\text{осн}}$  и дополнительную заработную плату  $Z_{\text{доп}}$ .

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

Дополнительная заработная плата составляет 12-20% от  $Z_{\text{осн}}$ .

Основная заработная плата руководителя (инженера)

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} + T_p$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта

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

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течении года:

при отпуске в 28 раб. дней  $M=11$  месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней  $M=10$  месяцев, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб.дн

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{тс}}$ )

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

### **Дополнительная заработная плата исполнителей проекта**

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата

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

где доп  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Оклады взяты в соответствии с занимаемыми должностями ТПУ. Расчет заработной платы руководителя (шестидневная рабочая неделя)

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 25000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 48750 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{48750 \cdot 10}{366 - 66 - 56} = 1998 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 1998 \cdot 16,8 = 33566 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 166233 = 22441 \text{ руб.};$$

Результаты расчеты по заработной плате всех исполнителей проекта приведены в таблице 16.

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель проекта	З <sub>тс</sub> , руб.	k <sub>пр</sub>	k <sub>д</sub>	k <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	T <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.	k <sub>доп</sub>	З <sub>доп</sub> , руб.	Итого, руб.
Руководитель	25000	0,3	0,2	1,3	4875 0	1998	16,8	33566	0,13 5	4531	38097
Инженер	20000				3900 0	1598	83,2	132953		1794 8	150901

В результате данных расчетов посчитана основная заработная плата у исполнителей проекта. Из таблицы 13 видно, что ставка руководителя наибольшая, но итоговая основная заработная плата получилась наибольшей у инженера, так как основная заработная плата зависит от длительности работы проекта.

### Формирование затрат на проектирование

Определение бюджета затрат на проект.

Таблица 24 – Затраты на проектирование

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	1515	0,2
2. Затраты по основной заработной плате	166519	24,7
3. Затраты по дополнительной заработной плате	22479	3,3
4. Установка	414000	61,5
5. Компьютер	65000	9,6
6. Электроэнергия	600	0,089
7. Информационные ресурсы	2000	0,2
Бюджет затрат на проектирование	672113	100

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5Б	Серпокрылову Максиму

<b>Школа</b>		<b>Отделение (НОЦ)</b>	
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Модернизация конструкции биологического лабораторного комплекса	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Установка для создания беговых нагрузок на испытуемых животных. Применяется для исследования влияния беговых нагрузок на диабет второго типа.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	ГОСТ 12.1.003-83 ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.2.062-81 ГОСТ Р 54564-2011 ГОСТ Р 22.0.02-2016 ГОСТ Р 51017-2009
<b>2. Производственная безопасность:</b>	Уровень шума

2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	Уровень вибрации
2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Подвижные части оборудования Термический ожог Электрический ток
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Утилизация оборудования
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возникновение пожара

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.03.2019
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Серпокрылов Максим		

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые влияют на человека в процессе разработки, изготовления и эксплуатации тредбана. Так же рассматриваются мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

Инженерные разработки должны учитывать требования законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды.

В данной работе представлена модернизация конструкции биологического лабораторного комплекса. При изготовлении и сборке конструкции, сталкиваемся со множеством опасных работ, с риском получения вреда здоровью рабочего. Для изготовления и сборки установки необходимо изготовить детали на лазерном или гидроабразивном станке, выточить некоторые детали на токарном станке, сварить необходимые узлы и кронштейны и произвести сборку установки.

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

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д.



ГОСТ 12.1.003-83 «Система безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» - нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень шума на рабочих местах производственных помещений.

ГОСТ 12.1.012-2004 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования» нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень вибраций производственных помещений.

ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности» - нормативный документ, определяющий общие требования, предъявляемые к безопасности производственного оборудования.

ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные» - нормативный документ, определяющий общие требования, предъявляемые к безопасности производственного оборудования.

ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» - нормативный документ, устанавливающий нормы безопасности при чрезвычайных ситуациях.

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

При проектировании тредбана, уделяется главное внимание не только созданию оптимальных условий труда, но и так же учитываются факторы

вредных воздействий химических, биологических, физических и других факторов. Оптимальные условия — это такие условия, при которых работники без потери здоровья выполняют поставленные задачи и при этом не падает качество продукции.

### **Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Источником шума в цехе является работающее оборудование. Так как в данной установке присутствуют изготавливаемые детали, данный фактор учитывается обязательно. По ГОСТ 12.1.003-83 предельно допустимый уровень шума в цехе не более 80 дБ (широкополосный шум). Данной работе источниками шума являются: лазерный станок, токарный станок. Общий уровень шума измеряется в пределах 65 дБ. Данный показатель соответствует допустимому.

### **Повышенный уровень вибрации**

Источником вибрации является все оборудование, работающее в цехе. В данной работе источником вибрации являются станки: лазерный станок, токарный станок, а также сам тредбан.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность», амплитуда вибрации в помещении не должна превышать  $0,0072 \cdot 10^{-3}$  м при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. Станки работают в диапазонах близких к 60 Гц. Установка работает в пределе до 32 Гц. Следовательно, вибрация не будет пагубно сказываться на рабочих.

### **Подвижные части производственного оборудования и тредбана**

Подвижные части станков, в особенности токарного, а также тредбана являются прямыми источниками опасности и должны быть ограждены. Использование оборудования не по назначению, а также пренебрежение техникой безопасности влечет собой серьезные травмы, а также опасность для жизни рабочих станка, и оператора тредбана.

Оборудование должно иметь защиту от случайного включения, обеспечивать безопасность рабочих. На панели тредбана для экстренных случаев предусмотрена кнопка аварийного полного отключения установки. Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Оборудование должно укомплектовываться нормативно-технической документацией. При эксплуатации необходимо соблюдать требования безопасности в течении всего срока службы. Рабочие станков, а также оператор должны быть ознакомлены с техникой безопасности работы на станках с целью сохранения своего здоровья и здоровья окружающих.

При сборке установки безопасность рабочих обеспечивается:

- выбором изделий и материалов для изготовления конструкций и сборки;
- выбором технологических процессов при изготовлении тех или иных деталей;
- выполнением эргономических требований на рабочих местах;
- возможностью использовать любые необходимые средства защиты;

## **Опасность получения термического ожога**

Так как в данной установке имеются свариваемые узлы, необходимо учитывать факт наличия опасности получения термического ожога. Следствием не соблюдения техники безопасности является возможность получения серьезных травм. Следствием сильного термического ожога может быть летальный исход. Требования по безопасности согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Для обеспечения безопасности необходимо использовать жаропрочные рукавицы или краги, а также жаропрочный фартук и шлем сварочный.

## **Опасность получения удара током**

Так как тредбан работает от электродвигателя электробезопасность одна из приоритетных задач. При несоблюдении техники безопасности оператором при работе на установке, а также рабочим при монтаже возможно получение удара электрическим током. Удар током может привести к летальному исходу.

Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.062-81. Во время штатного режима работы, вероятность получения удара электрическим током очень мала, однако исключать чрезвычайные ситуации никак нельзя.

Удар электрическим током, один из важнейших факторов, так как имеется подключение к электричеству, а установка практически полностью изготовлена из металла. Несоблюдение техники безопасности может привести к весьма удручающим последствиям вплоть до летального исхода. Перед эксплуатацией

все условия по сборке и подготовке оборудования к работе должны быть выполнены согласно конструкторской документации.

Для исключения возможности возникновения поражения электрическим током, рекомендуется проводить следующие организационные мероприятия:

Мероприятия, обеспечивающие электробезопасность:

- произвести установку защитного заземления
- произвести изолирование токоведущих частей, исключаящее возможность случайного прикосновения к ним;
- производить технический осмотр оборудования;
- использовать плавкие предохранители и автоматические выключатели для защиты от КЗ.
- проводить инструктаж по технике безопасности персоналу, работающему с оборудованием
- обучение мероприятиям по работе с электрическими приборами
- соблюдение условий эксплуатации, а также сборки и установки оборудования согласно конструкторской документации
- обеспечение свободного прохода

- оснастка помещения всеми необходимыми предписанию нормами для электробезопасности

Таблица 25 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработк	Изготовле	Эксплуата	
1.Повышенный уровень вибрации		+	+	ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность»
2. Превышение уровня шума		+	+	ГОСТ12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности.»
3.Безопасность при работе с оборудованием	+	+	+	ГОСТ 12.2.003-91 «Общие требования безопасности.»
4.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.2.062-81 «Ограждения защитные.»
5.Безопасность сварочных работ		+		

## **Работоспособность и отказ**

Каждый объект, установка, изделие характеризуется определенными выходными параметрами, определяющими показателями его качества, которые заложил конструктор. Параметрами требана является скорость, сила тока, так как имеется наличие стимуляции, нагрузочная способность, жесткость, расход электроэнергии и т.д.

Для установок данного типа выходные параметры определяются нормативами, установленными проектной документацией или заданными заказчиком требованиями, содержащимися в предписаниях технической эксплуатации установки.

Время работы до отказа является случайной величиной. Оно оценивается либо календарной продолжительностью работы установки, либо в отработанных часах.

Для обеспечения исправной работы требана необходимо соблюдать следующие условия:

- соблюдать правила эксплуатации установи согласно конструкторской документации
- производить регулярный осмотр установки на исправность
- соблюсти все условия установки и сборки оборудования перед эксплуатацией согласно условиям конструкторской документации

## **Первый запуск и проверка всех систем установки**

Так как в установке приводит в движение все основные узлы электродвигатель, необходимо совершить определённые мероприятия перед его установкой и пробным запуском. Пробный запуск двигателя производится после его проверки и при ее хороших результатах. Перед началом двигатель должны подготовить и запуск проводить внимательно. Перед первым запуском двигатель необходимо провернуть, и затем проверяют свободный ход вала. В случае если схема управления двигателями при его остановке не работает нужно предусматривать аварийный метод снятия напряжения с помощью близлежащего рубильника. На приборной панели установка имеется кнопка аварийной остановки работы всех механизмов.

Первый запуск производится на минимальной скорости и тестируется продолжительное время, это нужно для притирки всех узлов для предотвращения заклинивания в них. Затем таким же образом проводятся тесты на средних и максимальных скоростях. Настраиваются расположения полотна и валов. При условии работоспособности всех систем, а также соответствие требованиям заказчика первые испытания заканчиваются.

Данные испытания позволяют выявить механические и конструкторские недочеты, а также исправить их перед вторым этапом испытаний.



## **Второй этап запуска финальные испытания**

На втором этапе испытания проводятся в условиях реального эксперимента. Для этого имеются специально выращенные лабораторные мыши, установка полностью собрана и предварительно проверена, все в полной готовности. При данных испытаниях проверяется работоспособность установки в целом, а в частности системы самой дорожки, а также системы стимуляции. При успешных испытаниях на данном этапе, установка считается полностью работоспособной и готовой к сдаче заказчику. Производится упаковка и подготовка для дальнейшей эксплуатации в лабораторных условиях.

## **Экологическая безопасность**

Защита окружающей среды в нашем мире является весьма приоритетной задачей. Количество отходов бытовых, выбросов предприятий на сегодня составляет колоссальный объем, в связи с этим уровень загрязнения во многих районах весьма завышен. Для того что бы снизить уровень загрязнения необходимо отказаться от старых методов производства в пользу безотходного производства.

В данной установке больше половины деталей изготовлены из металла черного или цветного. Черные и цветные металлы при грамотной очистке и переплавке приобретают свойства первичного сырья, поэтому успешно используются в промышленности. В результате получается качественный металлопрокат, из него строят автомобили, корабли, поезда, дома, точные приборы и станки.

Преимущества переработки лома:

- сохранение природной руды;
- экономия энергетических ресурсов;
- уменьшение загрязнения окружающей среды;
- ускорение производства металлопроката.

В отличие от пластика и другого вторсырья, металл можно перерабатывать бесчисленное количество раз, и он не потеряет своих свойств. Самый большой спрос на заготовки из металлического вторсырья в производстве стальной тары и проволоки. Далее, по убыванию идут отрасли изготовления стальных металлоконструкций, строительство и машиностроение.

Переработка цветного лома – более сложный процесс. К этому виду сырья относят батареи с высоким содержанием свинца, драгоценные металлы, продукция с ртутью. Сложность заключается в том, что предприятию нужно отделить металл от бытовых приборов и пустить его в дальнейшую переработку. Все условия регламентируются в ГОСТ Р 54564-2011.

Так как в установке имеется электродвигатель, при необходимости его тоже необходимо утилизировать. Электродвигатели являются сложно-разборным ломом, который состоит в основном из лома черных металлов 90% и небольшого количества меди. Обычно принято считать, что доля меди в электродвигателе составляет 7%. Несмотря на зависимость, при которой, чем больше размер электродвигателя, тем меньше доля цветного металла и в маленьких двигателях

эта доля выше 7%, также существует и обратная зависимость стоимости разборки электродвигателя на 1 кг., при которой стоимость разборки электродвигателя на 1 кг. маленьких электродвигателей значительно выше, поэтому мы и пришли к среднему показателю в 7%. Остальные 3% списываются на естественные потери при разборке электродвигателя (при каждом нагреве металлов (до состояния свечения), способных к окислению в воздушной среде, материал теряет в массе до 1,5 %. Также невозможно быстро и рентабельно разобрать электродвигатель без использования режущих инструментов. При каждом резе металла создаются “естественные” потери.) и содержания изоляционных материалов. Регламенты переработки указаны в ГОСТ Р 54564-2011.

### **Защита в чрезвычайных ситуациях.**

При разработке, изготовлении и эксплуатации требана возможно возникновение некоторых чрезвычайных ситуаций: техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера. Наиболее высокая вероятность ЧС для данных работ - пожар. Так как на рабочем месте имеется электрическая проводка под напряжением, питающая оборудование. Так же источником пожара может быть нагретое оборудование. Несоблюдение техники безопасности чревато возникновением пожара.

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется проводить следующие организационные мероприятия:

- Проведение противопожарного инструктажа с персоналом;

- Обучение технике безопасности при работе с оборудованием;
- Размещение инструкций по предотвращению и борьбе с пожаром, а также размещение на видном месте плана эвакуации;
- Обеспечение свободного прохода;
- Содержание оборудования в исправном состоянии;
- Оснащение помещения средствами пожаротушения в соответствии с планом;

Для помещения с электрооборудованием рекомендованы огнетушители порошкового типа ГОСТ Р 51017-2009.

**Вывод по разделу:** анализ в данной работе факторов может быть использован в реальных условиях изготовления и сборки тредбана. Проект отвечает всем требованиям и нормам безопасности, что означает его готовность к передаче потребителю с рекомендациями по безопасной эксплуатации.

## **8. Заключение.**

В ходе работ получена модернизированная конструкция, отвечающая всем требованиям согласно техническому заданию. Не модернизированная версия конструкции имеет реальное применение в ТГУ и успешно прошла испытания. Модернизированная версия имеет меньшее количество дорожек, но ее масса

получилась в 2 раза меньше. Так же были учтены ошибки, недочеты, которые были выявлены при сборке не модернизированной версии и устранены.

## **9. Публикации студента**

Патент РФ № 219.017.3636, 21.04.2019.

Комбинированное устройство для удаления разливов нефти и нефтепродуктов с поверхности воды // Патент России № 0002685481, 18.04.2019.

Правообладатели Серпокрылов М.Ю., Кувшинов К.А., Чухарева Н.В. [и др.]

## **10. Список литературы**

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. 100 с.
2. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. 448 с.
3. 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, 2003. 496 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
5. ГОСТ 25346-2013 (ISO 286-1:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки

6. Виханский, Олег Самуилович. Менеджмент : учебник / О. С. Виханский, А. И. Наумов. — 5-е изд., стер.. — Москва: Магистр Инфра-М, 2012. — 576 с.
7. Герчикова, Ирина Никоновна. Менеджмент : учебник для вузов / И. Н. Герчикова. — 4-е изд., перераб. и доп.. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. — 511 с.
8. Мескон, Майкл. Основы менеджмента : пер. с англ. : учебное пособие / М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. — 3-е изд.. — Москва: Вильямс, 2008. — 666 с.
9. Райченко, Александр Васильевич. Общий менеджмент : учебное пособие / А. В. Райченко; Институт экономики и финансов "Синергия". — Москва: Инфра-М, 2009. — 384 с.
10. Организация и планирование машиностроительного производства. Производственный менеджмент : учебник / Л. А. Некрасов [и др.]; под ред. Ю. В. Скворцова. — Москва: Студент, 2016. — 416 с.