

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипниковая»</b> УДК 621.81 – 2 – 047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Кашкевич Юрий Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крауиньш Д.П.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Клемашева Е.И	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О.А	к.б.н		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование

ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

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 машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Е.А. Ефременков  
 (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
3-4А7Б	Кашкевич Юрий Юрьевич

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипниковая»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-76/с от 03.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

**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>1.Чертеж детали 2.Производственная программа выпуска детали – 6200 шт/год.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1.Проектирование технологического процесса изготовления детали  2.Социальная ответственность  3.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1.Чертежи детали  2.Чертеж специального приспособления</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения»</p>	<p>Клемашева Елена Игоревна</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Антоневич Ольга Алексеевна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Реферат</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>13.12.2021</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крауиньш Дмитрий Петрович	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Кашкевич Юрий Юрьевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 8 листов графического материала, 110 листов пояснительной записки, 24 таблиц, 25 рисунков, 19 источников.

Ключевые слова:

Технологический процесс, втулка подшипниковая, режимы резанья, приспособления, технология машиностроения.

Тема ВКР: Разработка технологии изготовления детали «Втулка подшипниковая».

Целью данной выпускной работы является проектирование технологического процесса. В данном технологическом процессе используется универсальное оборудование, специальное и универсальные приспособления, а также оборудование с ЧПУ, что позволяет снизить затраты времени на производство детали.

В ходе выполнения ВКР были подробно рассмотрены следующие разделы: Проектирование технологического процесса изготовления детали; Финансовый менеджмент; Социальная ответственность.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности; проектирование технологического маршрута и операций; размерный анализ; произведен расчет режимов резания; разработано специальное приспособление.

В разделе «Финансовый менеджмент» рассчитан бюджет исследования технологического процесса.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы присущие данному технологическому процессу, выбрано наиболее вероятное ЧП и разработаны мероприятия по его устранению.

## **Abstract**

The final qualifying work consists of 8 sheets of graphic material, 110 sheets of an explanatory note, 24 tables, 25 figures, 19 sources.

Keywords:

Technological process, bearing bushing, cutting modes, fixtures, engineering technology.

Topic of the WRC: Development of manufacturing technology for the part "Bearing Bushing".

The purpose of this graduation work is the design of the technological process. This technological process uses universal equipment, special and universal fixtures, as well as CNC equipment, which reduces the time required to produce a part.

During the implementation of the WRC, the following sections were considered in detail: Design of the technological process for manufacturing a part; Financial management; Social responsibility.

In the section "Design of the technological process" the following stages were considered: analysis of manufacturability; design of technological route and operations; dimensional analysis; calculation of cutting conditions; developed a special tool.

In the "Financial Management" section, the budget for the study of the technological process is calculated.

In the "Social responsibility" section, the harmful factors inherent in this technological process were considered, the most probable emergency was selected and measures were developed to eliminate it.

## Оглавление

Введение.....	11
1 Проектирование технологии изготовления детали .....	12
1.1 Назначение детали .....	12
1.2 Определение типа производства .....	13
1.3 Выбор заготовки.....	16
1.4 Анализ технологичности конструкции детали. ....	18
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления втулка подшипниковая. ...	19
1.6 Расчет припусков и технологических размеров. ....	21
Расчет припусков и технологических размеров отверстия $\varnothing 15H7$ .....	21
1.7 Размерный анализ технологического процесса .....	32
1.7.1 Расчет технологического процесса изготовления детали в продольном направлении. ....	33
1.8. Расчет режимов резания. ....	40
1.9 Выбор оборудования и оснастки .....	52
1.10 Нормирование технологического процесса .....	58
2 Проектирование специального станочного приспособления.....	61
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания. ....	61
2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления. ....	61
2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров.....	62
2.4 Разработка схемы для расчета сил закрепления .....	63
2.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления.....	66
2.6 Проектирование технологии сборки приспособления.....	67



3	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	69
3.1	Анализ конкурентных технических решений.....	69
3.2	SWOT-анализ.....	71
4	Планирование научно-исследовательских работ.....	74
4.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	74
4.2	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения проекта.....	75
5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	77
5.1	Расчет амортизационных отчислений.....	78
5.2	Заработная плата исполнителей.....	79
5.3	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы).....	80
5.4	Накладные расходы.....	81
6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	82
6.1	Определение сравнительной эффективности проекта.....	82
	Вывод по разделу.....	84
7	Социальная ответственность.....	86
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	86
7.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	86
7.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	87
7.2	Производственная безопасность.....	88
7.2.2	Отклонение показателей микроклимата.....	89
7.2.3	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	91

7.2.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека .....	91
7.2.5 Повышенный уровень электромагнитных полей.....	92
7.2.6 Психофизиологические факторы .....	93
7.2.7 Повышенный уровень шума .....	94
7.3 Экологическая безопасность.....	95
8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	96
8.1 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	97
Вывод.....	98
Список используемых источников.....	100
Приложение А, Графическая часть ВКР.....	102

## Введение

Машиностроение — главная отрасль мировой промышленности. Развитие машиностроения во многом определяет в целом уровень развития той или иной страны. В этой отрасли наиболее заметен разрыв между развитыми и развивающимися странами.

Машиностроение занимает первое место среди отраслей промышленности по стоимости продукции, по числу людей занятых в данной сфере и является одной из самых наукоемких производств.

В мире имеется громадный спрос на продукцию машиностроения, который постоянно увеличивается.

С учетом того, что машиностроение играет ведущую роль в экономике стран мира (а также присущего данному отраслевому комплексу свойства давать импульс для инновационного развития практически всех отраслей), объективной и безотлагательной задачей является немедленное проведение реструктуризации и инновационного развития отечественного машиностроения.

Целью данного курсового проекта является разработка технологического процесса изготовления детали типа втулка в крупносерийном производстве.

Разработка оптимизированного технологического процесса, позволит повысить качество детали и снизить себестоимость, тем самым увеличить конкурентоспособность изделия в целом.

Для достижения заданной цели мы выполняем следующие инженерно-технические задачи:

- выбор оптимальной маршрутной технологии изготовления ;
- выбор наиболее технологически и экономически рационального оборудования, инструмента и оснастки, для механической и термической обработки;

# 1 Проектирование технологии изготовления детали

## 1.1 Назначение детали

Втулка неразъёмного подшипника скольжения, в отверстии которой вращается цапфа вала или оси. Такая втулка входит в корпусную деталь с натягом, иногда дополнительно крепится винтами.

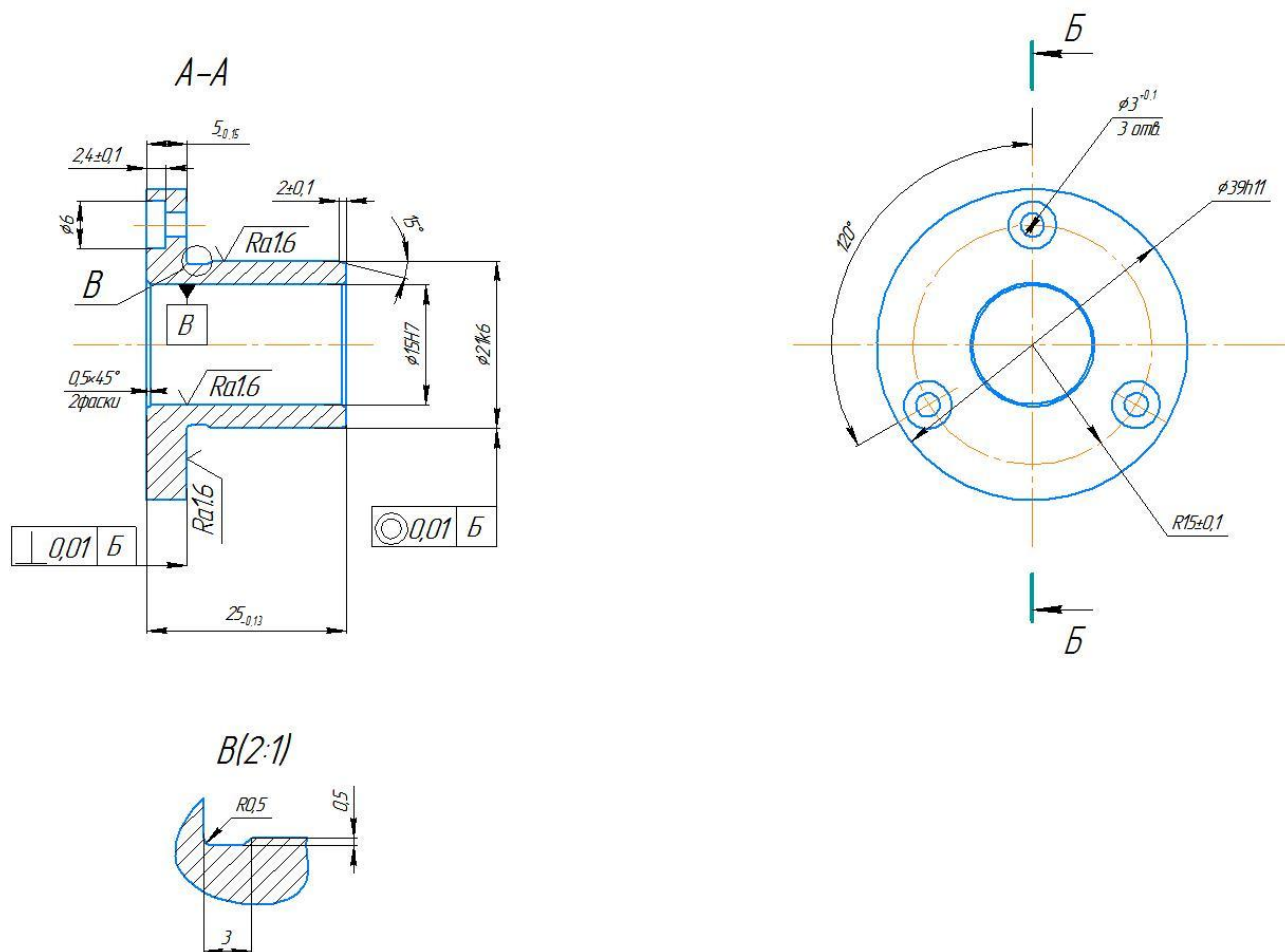


Рис.1. Втулка подшипниковая

Материал детали втулки Сталь 20Х ГОСТ4543-2016 является сталью углеродистой конструкционной. Особенно этих сталей позволяет широко использовать все виды химико-термической и химической обработки для получения нужных свойств. Из материала этой марки изготавливают вал - шестерни, коленчатые, распределительные валы, шестерни, шпиндели, кулачки

Исходя из условий работы к детали предъявляются следующее основное требование твердость поверхностного слоя HRC.

## 1.2 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_в}{T_{cp}}, \quad (1)$$

где  $t_в$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{cp}$  – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_в = \frac{F_r}{N_r}, \quad (2)$$

где  $F_r$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме работы:  $F_r = 5434$  ч.

Тогда

$$t_в = \frac{F_r}{N_r} = \frac{5434 \times 60}{6200} = 52,58 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, \quad (3)$$

где

$T_{ш.к.i}$  – штучно – калькуляционное время  $i$ -ой основной операции, мин.;  
 $n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3-и операции ( $n=3$ ).

Штучно – калькуляционное время  $i$ -ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [4,стр.147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi} \quad (4)$$

где

$\varphi_{к.i}$  – коэффициент  $i$ -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{oi}$  – основное технологическое время  $i$ -ой операции, мин.

для токарной с ЧПУ(первая)  $\varphi_{к.3} = 2,14$ ;

для токарной с ЧПУ(вторая)  $\varphi_{к.3} = 2,14$ ;

слесарная  $\varphi_{к.3} = 1,75$ ;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [4, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной с ЧПУ операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (точение поверхности начерно и начисто, точение поверхности на проход (см. операционную карту)):

$$T_{0,1} = (0,17 \cdot d \cdot l + 0,1 \cdot d \cdot l + 0,037(D^2 - d^2) + (0,052(D^2 - d^2))) \cdot 2 + 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3}$$

где

$d$  – диаметр, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

Тогда

$$T_{0,1} = (0,17 \cdot 39,5 \cdot 10 + 0,1 \cdot 39 \cdot 10 + 0,037 \cdot (42^2 - 0^2) + (0,052 \cdot (42^2 - 0^2))) \cdot 2 + 0,52 \cdot 13 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,56 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по форм. (3):

$$T_{ш.к.1} = \phi_{к.1} \cdot T_{0,1} = 2,14 \cdot 0,56 = 1,2 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время первой токарной операции:

$$T_{0,2} = (0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,037 \cdot (D^2 - d^2) + (0,052 \cdot (D^2 - d^2))) \cdot 2 + 0,52 \cdot D \cdot l \cdot 10^{-3}$$

Тогда

$$T_{0,2} = (0,17 \cdot 39 \cdot 19,8 + 0,17 \cdot 36 \cdot 19,8 + 0,17 \cdot 33 \cdot 19,8 + 0,17 \cdot 30 \cdot 19,8 + 0,17 \cdot 27 \cdot 19,8 + 0,17 \cdot 23 \cdot 19,8 + 0,17 \cdot 22 \cdot 19,8 + 0,1 \cdot 21,65 \cdot 19,8 + 0,037 \cdot (42^2 - 13^2) + 0,052 \cdot (42^2 - 0^2) + 0,18 \cdot 14 \cdot 25 + 0,18 \cdot 14,7 \cdot 25) \cdot 10^{-3} = 1,054 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции, форм. (4):

$$T_{ш.к.2} = \phi_{к.2} \cdot T_{0,2} = 2,14 \cdot 1,054 = 2,26 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для слесарной операции (см. операционную карту):

$$T_{0,3} = ((0,52 \cdot d \cdot l) \cdot 3 + (0,31 \cdot d \cdot l) \cdot 3) \cdot 10^{-3},$$

Тогда

$$T_{0,3} = ((0,52 \cdot 3 \cdot 6) \cdot 3 + (0,31 \cdot 6 \cdot 2,4) \cdot 3) \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции, форм.(4):

$$T_{ш.к3} = \phi_{к3} \cdot T_{0,3} = 1,75 \cdot 0,05 = 0,09 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по форм. (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{1,2 + 2,26 + 0,09}{3} = 1,45$$

Тип производства определяем по форм.(1):

$$K_{з.о} = \frac{t_6}{T_{cp}} = \frac{52,58}{1,45} = 36,3$$

Так как  $K_{з.о} = 36,3$  и лежит в интервале от 20 до 40 то тип производства мелкосерийный.

### 1.3 Выбор заготовки

Для изготовления втулки используется Сталь 20х ниже приводятся ее основные характеристики.

Таблица 1.3 - Основные характеристики

Марка:	20Х
Заменитель:	15Х, 20ХН, 12ХН2
Классификация:	Сталь конструкционная углеродистая качественная
Применение:	Втулки, шестерни, обоймы, гильзы, диски, плунжеры, рычаги и другие цементуемые детали, к



	которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины, детали, работающие в условиях износа при трении..
--	--

Таблица 1.4 - Химический состав в процентах

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.17 - 0.23	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Температура критических точек для стали 45.  $A_{c1} = 730$  ,  $A_{c3} = 755$  ,  $A_{r3} = 690$  ,  $A_{r1} = 780$  ,  $T_{мп} = 350$

Таблица 1.5 - Механические свойства стали 20Х

$\sigma_s$ , МПа	$\sigma_{0.2}$ , кгс/мм <sup>2</sup>	$\delta$ , %	$\varphi$ , %	КСУ, кДж/м <sup>2</sup>	НВ
640	540	15	45	59	223-262

Заготовку подбираем таким образом, чтобы обеспечить наиболее рациональное использование материала, минимальную трудоемкость получения заготовок.

В мелкосерийном производстве требование к форме и размерам заготовок менее требовательное коэффициент использования металла (КИМ) более 0,6.

Коэффициент потери металла рассчитаем по формуле.

$$K_{u.m} = \frac{m_{дет}}{m_{исх.з}} , \quad (5)$$

Где:

$m_{дет}$  – масса детали;

$m_{исх.з}$  – масса исходной заготовки.

Используя программу САПР «КОМПАС-3D v18.1» определим необходимые нам массы.

Заготовка из прутка:

$$m_{исх.з} = 0,28 \text{ кг.} \quad m_{дет} = 0,07 \text{ кг.}$$

Тогда коэффициент равен:

$$K_{и.м} = \frac{0,07}{0,28} = 0,25$$

Заготовка из поковки:

$$m_{исх.з} = 0,21 \text{ кг.} \quad m_{дет} = 0,07 \text{ кг.}$$

Тогда коэффициент равен:

$$K_{и.м} = \frac{0,07}{0,21} = 0,33$$

Из расчетов видно, что заготовка из поковки подходит больше, но учитывая тип производства, материал заготовки, размеры и элементы детали. А так же дополнительные затраты на оснащение заготовительного цеха (штампы, печи, механические прессы). Выбираем заготовку прокат:

$$\text{круг } \frac{\text{В1-П-КД-42-ГОСТ 2590-2006}}{\text{Ст 20Х-1-2 ГОСТ 4543-2016}}$$

#### **1.4 Анализ технологичности конструкции детали.**

Деталь имеет конструкцию тело вращения, так же обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. Деталь имеет совокупность цилиндрических и торцевых поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

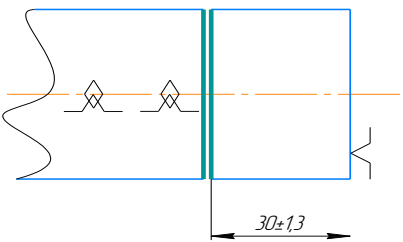
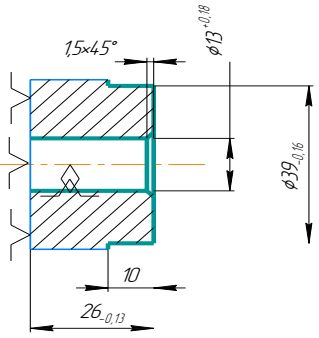
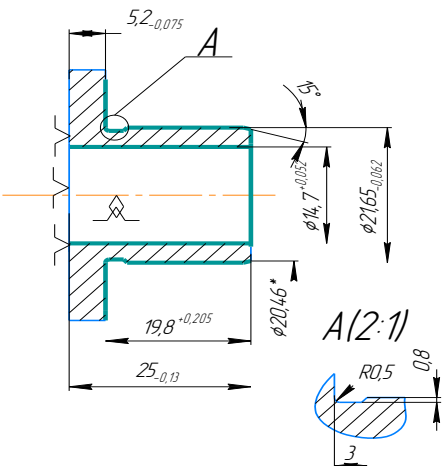
Не технологичным является следующее необходимость получения размеров высокой степени точности.

С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

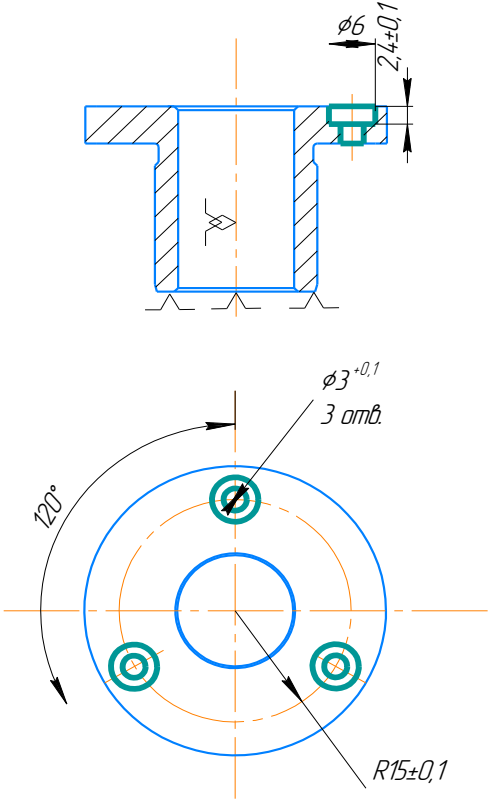
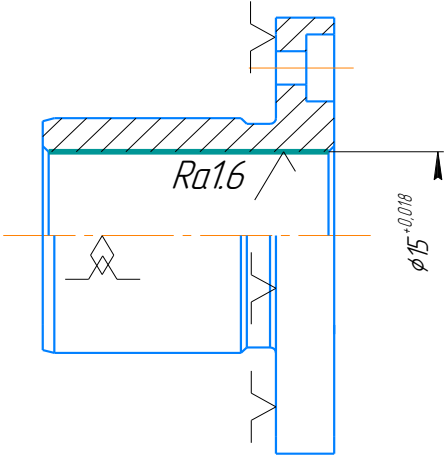
## 1.5 Разработка маршрута технологии изготовления втулка подшипниковая. Выбор технологических баз и применяемого оборудования.

Маршрут технологии представлен в виде таблицы 2, где также обозначены технологические базы и оборудование.

Таблица 2 – технологический маршрут

Наименование и содержание операции Оборудование и базы	Операционный эскиз
<p>005 Заготовительная Оборудование механическая нажовка тип 072 Базы торец и ось 1 выдвинуть пруток до упора 2 отрезать заготовку</p>	
<p>010 Токарная с ЧПУ Оборудование станок challenger lt 52 Базы торец и ось переходы: 1 подрезать торец в размер <math>26_{-0,13}^{0,13}</math> мм 2 центровать торец <math>\phi 2,5</math> мм 3 сверлить сквозное о тверстие <math>\phi 13_{+0,19}^{0,19}</math> мм 4 точить <math>\phi 39_{-0,16}^{0,16}</math> на длину 10 мм 5 выполнить фаску <math>1,5 \times 45^\circ</math></p>	
<p>015 Токарная с ЧПУ Оборудование станок challenger lt 52 Базы торец и ось переходы: 1 подрезать торец в размер <math>25_{-0,13}^{0,13}</math> мм 2 расточить на проход <math>\phi 14,7_{-0,052}^{0,52}</math> мм снять фаску <math>0,5 \times 45^\circ</math> 4 точить <math>\phi 21,65_{-0,062}^{0,062}</math> на длину 19,8 мм выдерживая размер <math>5,2_{-0,075}^{0,075}</math> 5 выполнить фаску <math>15^\circ</math> с <math>\phi 20,46</math></p>	

Продолжение таблицы 2

<p>Наименование и содержание операции Оборудование и базы</p>	<p>Операционный эскиз</p>
<p>020 Вертикально сверлильная Оборудование станок 2Н118 Базы торец и ось 1 сверлить три отверстия <math>\phi 3</math> по кондуктору 2 цековать при отверстия <math>\phi 6</math> на глубину 2,4</p>	
<p>025 Промывочная</p>	
<p>030 Контрольная</p>	
<p>035 Химико термическая цементировать и калить</p>	
<p>040 Пескоструйная</p>	
<p>045 Внутришлифовальная Оборудование станок ЭК225А Базы торец и ось 1 шлифовать <math>\phi 15^{-0,018}</math></p>	

Продолжение таблицы 2

<p>Наименование и содержание операции Оборудование и базы</p>	<p>Операционный эскиз</p>
<p>050 Круглошлифовальная Оборудование станок ЗМ131 Базы торец и цилиндрическая поверхность 1 шлифовать <math>\phi 21_{-0,002}^{+0,018}</math> выдерживая размер <math>5_{-0,15}</math>, технические требования по эскизу</p>	
<p>055 Контрольная</p>	
<p>060 Консервация</p>	

### 1.6 Расчет припусков и технологических размеров.

Расчет припусков и технологических размеров отверстия  $\text{Ø}15\text{H}7$ .

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения определяется по формуле:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (5)$$

где  $Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Расчет припусков на обработку отверстия  $\varnothing 15H7$  сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Сводная таблица припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск к Т, мкм	Предельный размер, мм	
	$R_z$	$T$	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$
<b>Поверхность <math>\varnothing 15H7</math></b>									
Сверление H12	80	60	40	-	-	13H12	180	13,00	13,18
Растачивание черновое H12	50	50	2,42	370	1000	14,2H12	180	14,2	14,38
Растачивание чистовое H9	20	25	1,61	18,5	240	14,7H9	43	14,7	14,74 3
Круглое шлифование H7	6,3	10	0,8	70	230	15H7	18	15,00	15,01 8
<b>Поверхность <math>\varnothing 21k6</math></b>									
Заготовка	$\frac{12}{5}$	150	40	-	-	$42^{+0,4}_{-0,7}$	1100	41,3	42,4
Обтачивание:									

Токарная черновая h12	50	50	2,42	370	1295	22,5h13	210	22,29	22,5
Токарная чистовая h9	30	30	1,61	18,5	250	21,65h12	52	21,59 8	21,65
Круглое шлифование k6	6,3	10	0,8	70	260	21k6	13	21,00 2	21,01 5
<b>Поверхность Ø39h11</b>									
Заготовка	12 5	150	40	-	-	42 <sup>+0,4</sup> -0,7	1100	41,3	42,4
Обтачивание:									
Токарная черновая h12	50	50	20	370	1295	39,5h12	250	39,25	39,50
Токарная чистовая h11	30	30	10	18,5	250	39h11	160	38,86	39,00

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.6 [1,стр.64]:

сверление:  $Rz = 40$  мкм,  $h = 60$  мкм;

черновое растачивание:  $Rz = 50$  мкм,  $h = 50$  мкм;

чистовое растачивание:  $Rz = 20$  мкм,  $h = 25$  мкм;

шлифование:  $Rz = 6,3$  мкм,  $h = 10$  мкм;

Суммарное пространственное отклонение заготовки определяем по формуле:

$\rho = \Delta k \cdot l$  (таблица 4.7 [1,стр.68]):  $\rho = 40$  мкм.

Остаточное суммарное пространственное отклонение отверстия после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1,стр.73]:

черновое растачивание:  $\rho = 0,06 \cdot 40 = 2,42$  мкм;

чистовое растачивание:  $\rho = 0,04 \cdot 40 = 1,61$  мкм;

круглое шлифование:  $\rho = 0,02 \cdot 40 = 0,8$  мкм;

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет). Погрешность закрепления определяем по таблице 4.10 [1,стр.75] и по рекомендациям [1,стр.85]:

черновое растачивание:  $\varepsilon = 370$  мкм;

чистовое растачивание:  $\varepsilon = 0,05 \cdot 370 = 18,5$  мкм, так как чистовое растачивание выполняется за один установ с черновым;

шлифование:  $\varepsilon = 70$  мкм;

Минимальный припуск под растачивание, формула (5):

Черновое:

$$2 \cdot z_{1 \min} = 2 \cdot (Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2 \cdot (80 + 60 + \sqrt{40^2 + 370^2}) = 1000 \text{ мкм,}$$

Чистовое:

$$2 \cdot z_{2 \min} = 2 \cdot (Rz_1 + h_1 + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{2,42^2 + 18,5^2}) = 240 \text{ мкм,}$$

Шлифование:

$$2 \cdot z_{3 \min} = 2 \cdot (Rz_1 + h_1 + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2 \cdot (20 + 25 + \sqrt{1,6^2 + 70^2}) = 230 \text{ мкм,}$$

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. При этом расчете будем использовать размерную схему представленную на рисунке 3 .



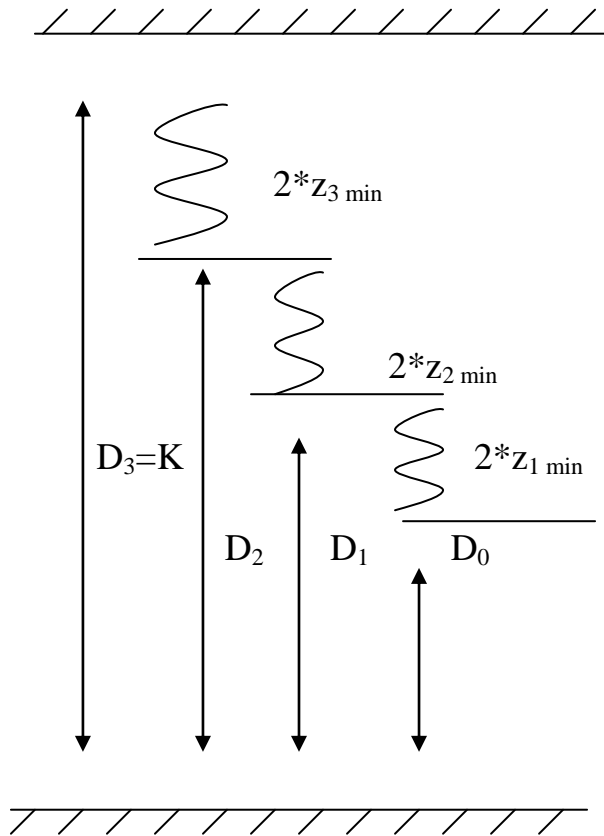


Рис.3.Размерная схема отверстия Ø15H7

Сперва определяем величину  $D_2$ . Для этого рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры:  $D_3 = K$ ,  $D_2$ ,  $2*z_{4 \min}$ . Для определения технологических размеров будем использовать метод средних значений:

$$D_2^C = D_3^C - 2*z_3^C = D_3^C - (2*z_{3 \min} + 2*z_{3 \max})/2 = D_2^C - (2*z_{3 \min} + 2*z_{3 \max})/2 = D_2^C - (2*z_{3 \min} + (2*z_{3 \min} + TD_3 + TD_2))/2 = 15,009 - (0,230 + (0,230 + 0,043 + 0,018))/2 = 14,747 \text{ мм.}$$

$$2*z_2^C = 0,262 \text{ мм, } 2*z_{2 \max} = 0,294 \text{ мм.}$$

$$D_2 = 14,72^{+0,043} \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем } D_2 = 14,7^{+0,043} \text{ мм.}$$

Величину  $D_1$  определяем из размерной цепи, состоящей из размеров:  $D_2$ ,  $D_1$ ,  $2*z_{2 \min}$ :

$$D_1^C = D_2^C - 2 \cdot z_2^C = D_2^C - (2 \cdot z_{2 \min} + 2 \cdot z_{2 \max}) / 2 = D_2^C - (2 \cdot z_{2 \min} + (2 \cdot z_{2 \min} + TD_1 + TD_2)) / 2 = 14,7215 - (0,240 + (0,240 + 0,180 + 0,043)) / 2 = 14,37 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_1^C = 0,35 \text{ мм, } 2 \cdot z_{1 \max} = 0,46 \text{ мм.}$$

$$D_1 = 14,28^{+1,6} \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем } D_2 = 14,2^{+0,18} \text{ мм.}$$

Величину  $D_0$  определяем из размерной цепи, состоящей из размеров:  $D_1$ ,  $D_0$ ,  $2 \cdot z_{2 \min}$ :

$$D_0^C = D_1^C - 2 \cdot z_1^C = D_1^C - (2 \cdot z_{1 \min} + 2 \cdot z_{1 \max}) / 2 = D_1^C - (2 \cdot z_{1 \min} + (2 \cdot z_{1 \min} + TD_0 + TD_1)) / 2 = 14,29 - (1 + (1 + 0,180 + 0,180)) / 2 = 13,11 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_1^C = 1,18 \text{ мм, } 2 \cdot z_{1 \max} = 1,36 \text{ мм.}$$

$$D_0 = 13,02^{+1,6} \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем } D_0 = 13^{+0,18} \text{ мм.}$$

Расчет припусков и технологических размеров поверхности  $\text{Ø}21\text{k}6$ .

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (5) и аналогичным способом сводим их в таблицу 3.

Расчет припусков на обработку поверхности  $\text{Ø}21\text{k}6$

Таблица 3

Переходы обработки поверхности $\text{Ø}21\text{k}6$	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot z_{\min}$ , мкм	Допуск на переход TD, мкм
	$Rz$	$h$	$\rho$	$\varepsilon$		

Заготовка	125	150	40			1100
Точение Черновое	50	50	2,42	370	1295	210
Точение Чистовое	30	30	1,61	25	250	54
Шлифование	6,3	10	0,8	70	260	13

В суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки включаем только коробление, ([1,стр.73])

Минимальный припуск под черновое точение, формула (5):

$$2 \cdot z_{3 \min} = 2 \cdot (Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2 \cdot (125 + 150 + \sqrt{40^2 + 370^2}) = 1295 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под чистовое точение

$$2 \cdot z_{2 \min} = 2 \cdot (Rz_1 + h + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{2,42^2 + 25^2}) = 250 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под шлифование

$$2 \cdot z_{1 \min} = 2 \cdot (Rz_2 + h + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2 \cdot (30 + 30 + \sqrt{1,61^2 + 70^2}) = 260 \text{ мкм}$$

Расчетная схема для определения диаметральных технологических размеров представлена на рисунке 4.

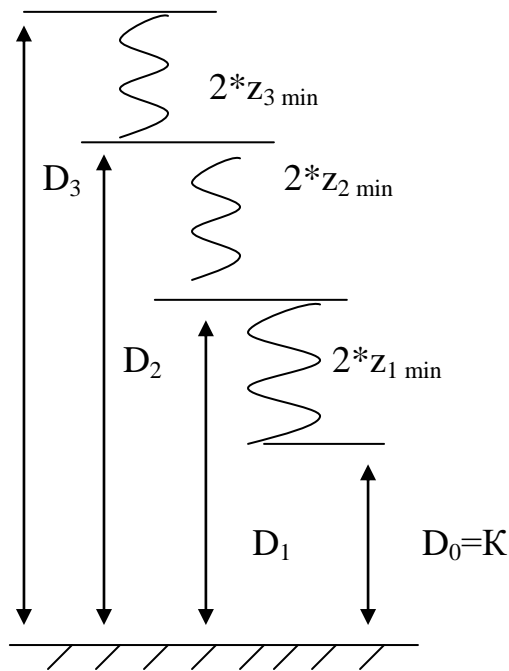


Рис.4.Размерная схема поверхности Ø21к6

Из размерной схемы:  $D_0 = K, D_1, 2*z_{2 \min}$

$$D_1^C = D_0^C + 2*z_1^C = D_0^C + (2*z_{1 \min} + 2*z_{1 \max})/2 = D_0^C + (2*z_{1 \min} + (2*z_{1 \min} + TD_0 + TD_1))/2 = 21,0065 + (0,260 + (0,260 + 0,013 + 0,054))/2 = 21,59 \text{ мм.}$$

$$2*z_1^C = 0,587 \text{ мм, } 2*z_{1 \max} = 0,911 \text{ мм.}$$

$$D_1 = 21,617_{-0,054} \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем: } D_1 = 21,65_{-0,054} \text{ мм.}$$

Далее определяем величину  $D_2$ . Здесь необходимо рассмотреть размерную цепь, в которую входят размеры:  $D_1, D_2, 2*z_{2 \min}$ :

$$D_2^C = D_1^C + 2*z_2^C = D_1^C + (2*z_{2 \min} + 2*z_{2 \max})/2 = D_1^C + (2*z_{2 \min} + (2*z_{2 \min} + TD_2 + TD_1))/2 = 21,627 + (0,250 + (0,250 + 0,054 + 0,210))/2 = 22,391 \text{ мм.}$$

$$2*z_2^C = 0,764 \text{ мм, } 2*z_{2 \max} = 1,278 \text{ мм.}$$

$$D_2 = 22,496_{-0,21} \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем } D_2 = 22,5_{-0,21} \text{ мм.}$$

Далее определяем величину  $D_3$ . Здесь необходимо рассмотреть размерную цепь, в которую входят размеры:  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $2 \cdot z_{3 \min}$ :

$$D_3^C = D_2^C + 2 \cdot z_3^C = D_2^C + (2 \cdot z_{3 \min} + 2 \cdot z_{3 \max})/2 = D_2^C + (2 \cdot z_{3 \min} + (2 \cdot z_{3 \min} + TD_3 + TD_2))/2 = 22,395 + (1,295 + (1,295 + 1,1 + 0,210))/2 = 24,345 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_2^C = 01,95 \text{ мм, } 2 \cdot z_{2 \max} = 1,278 \text{ мм.}$$

$$D_3 = 24,895_{-1,1} \text{ мм.}$$

$$\text{Принятый диаметр заготовки } D_3 = 42_{-0,7}^{+0,4} \text{ мм.}$$

Расчет припусков и технологических размеров поверхности  $\varnothing 39h11$ .

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (5) и аналогичным способом сводим их в таблицу 4.

Расчет припусков на обработку поверхности  $\varnothing 39h11$

Таблица 4

Переходы обработки поверхности $\varnothing 39h11$	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot z_{\min}$ , мкм	Допуск на переход TD, мкм
	$Rz$	h	$\rho$	$\epsilon$		
Заготовка	125	150	40			1100
Точение Черновое	50	50	2,42	370	1295	250
Точение Чистовое	30	30	1,61	18,5	250	160

В суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки включаем только коробление, ([1,стр.73])

Минимальный припуск под черновое точение, формула (5):

$$2*z_{3 \min} = 2*(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2*(125 + 150 + \sqrt{40^2 + 370^2}) = 1295 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под чистовое точение

$$2*z_{2 \min} = 2*(Rz_1 + h + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2*(50 + 50 + \sqrt{2,42^2 + 25^2}) = 250 \text{ мкм}$$

Расчетная схема для определения диаметральных технологических размеров представлена на рисунке 5.

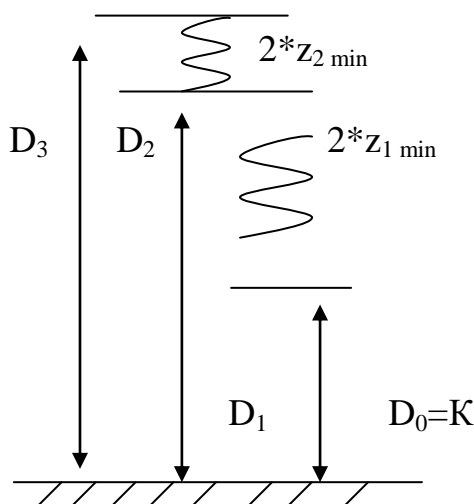


Рис.5.Размерная схема поверхности Ø39h11

Из размерной схемы:  $D_0 = K$ ,  $D_1$ ,  $2*z_{2 \min}$

$$D_1^C = D_0^C + 2*z_1^C = D_0^C + (2*z_{1 \min} + 2*z_{1 \max})/2 = D_0^C + (2*z_{1 \min} + (2*z_{1 \min} + TD_0 + TD_1))/2 = 38,92 + (0,250 + (0,250 + 0,160 + 0,250))/2 = 39,375 \text{ мм.}$$

$$2*z_1^C = 0,455 \text{ мм, } 2*z_{1 \max} = 0,66 \text{ мм, } D_1 = 39,455_{-0,16} \text{ мм.}$$

Принимаем:  $D_1 = 39,5_{-0,16} \text{ мм.}$

Далее определяем величину  $D_2$ . Здесь необходимо рассмотреть размерную цепь, в которую входят размеры:  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $2*z_{2 \min}$ :

$$D_2^C = D_1^C + 2 * z_2^C = D_1^C + (2 * z_{2 \min} + 2 * z_{2 \max}) / 2 = D_1^C + (2 * z_{2 \min} + (2 * z_{2 \min} + TD_2 + TD_1)) / 2 = 39,42 + (1,295 + (1,295 + 0,25 + 1,1)) / 2 = 41,39 \text{ мм.}$$

$$2 * z_2^C = 1,97 \text{ мм, } 2 * z_{2 \max} = 2,645 \text{ мм, } D_2 = 41,94_{-1,1} \text{ мм.}$$

Принимаем  $D_2 = 42_{-0,7}^{+0,4} \text{ мм.}$

## 1.7 Размерный анализ технологического процесса

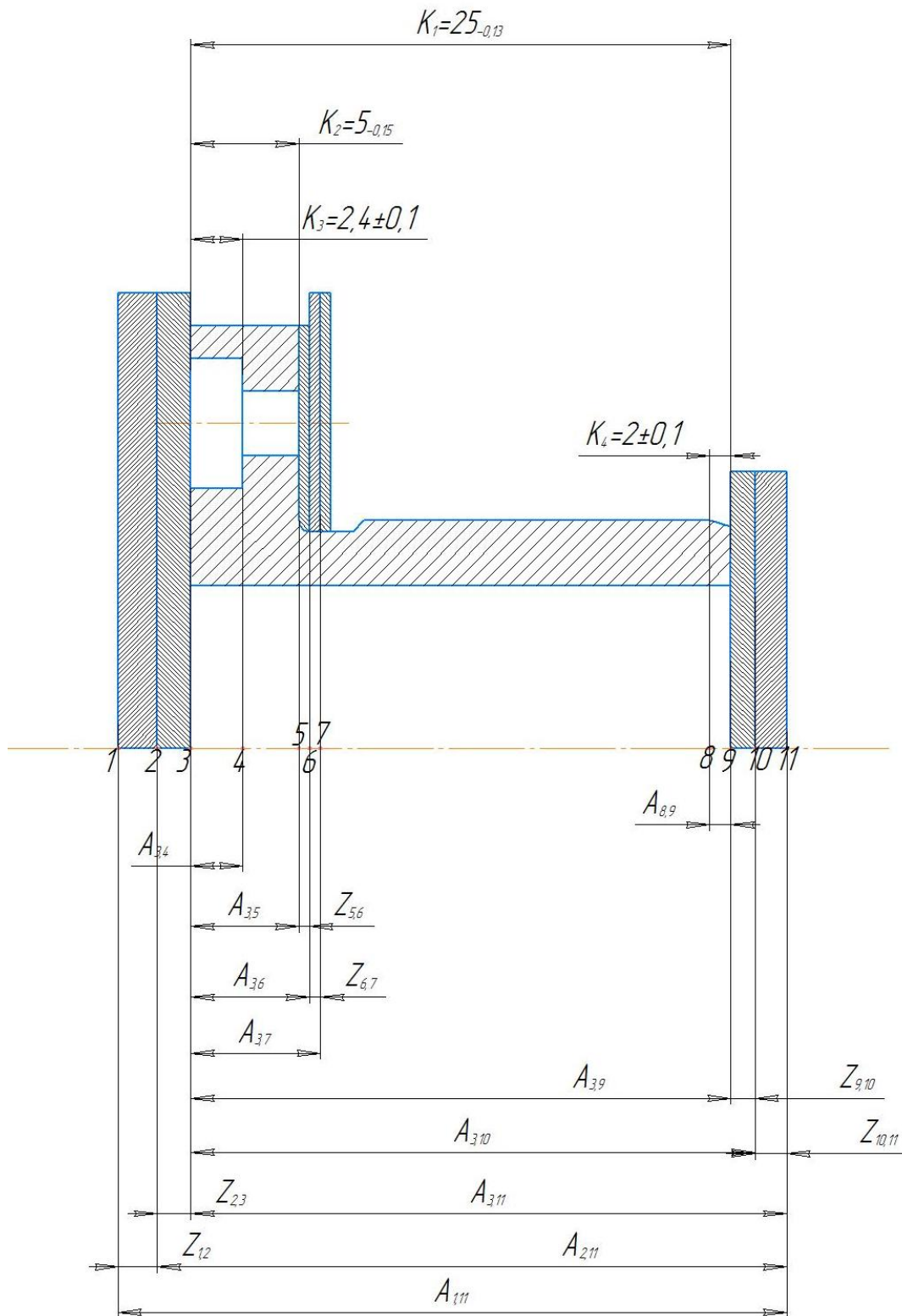


Рис. 6. Размерная схема детали «Втулка подшипниковая» в продольном направлении



### 1.7.1 Расчет технологического процесса изготовления детали в продольном направлении.

Формула для определения минимальных припусков:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (6)$$

По смысловому содержанию переменные данной формулы совпадают с переменными формулы (4).

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4,4 [стр.64]:  $Rz + h = 300$  мкм.

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [стр.64]:

черновое подрезание:  $Rz = 50$  мкм,  $h = 50$  мкм;

чистовое подрезание :  $Rz = 30$  мкм,  $h = 30$  мкм;

Суммарное пространственное отклонение торца заготовки возникает только из-за коробления (таблица 4.7 [1,стр.68]), , которое определяется как произведение удельной кривизны заготовки на наружный диаметр:

$$\rho = 1 \cdot 42 = 42 \text{ мкм.}$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение торца после механической обработки определяем по рекомендациям [1,стр.73]:

после чернового подрезание:

$$\rho_{\text{ост}} = 1,2 \cdot (0,06 \cdot \rho + 0,15 \cdot (R-r)) = 1,2 \cdot (0,06 \cdot 42 + 0,15 \cdot (42-0)) = 11 \text{ мкм.}$$

после чистового подрезание:

$$\rho_{\text{ост}} = 0,003 \cdot \rho + 0,1 \cdot (R-r) = 0,003 \cdot 42 + 0,1 \cdot (42-0) = 4 \text{ мкм.}$$

где  $R$  и  $r$  – радиусы наружной поверхности и отверстия, мм.

После чистового подрезания торца деталь подвергается термической обработке, и тогда по рекомендациям [2,стр.189]:

$$\rho_{\text{ост}} = 0,8 * 42 = 33,6 \text{ мкм.}$$

Так как  $\rho_{\text{ост}}$  после термообработки много больше чем после чистового подрезания, то эту величину и рассматриваем дальше.

Погрешность установки заготовки не учитываем, так как эта погрешность войдет в допуск на соответствующий размер.

Минимальный припуск под подрезание, формула (6):

Черновое:

$$z_{\text{min}} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 300 + 42 = 342 \text{ мкм,}$$

Чистовое:

$$z_{\text{min}} = Rz_1 + h_1 + \rho_1 = 50 + 50 + 11 = 111 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под шлифование, формула (6):

$$z_{\text{min}} = Rz_2 + h_2 + \rho_2 = 30 + 30 + 4 = 64 \text{ мкм.}$$

Технологические размеры в осевом направлении определяем, используя размерную схему на рисунке 6. Допуски на технологические размеры, см. рис.6:

- 1) заготовка:  $TA_{1,11} = 2,6 \text{ мм;}$
- 2) Токарная с ЧПУ:  $TA_{2,11} = 0,25 \text{ мм; } TA_{3,11} = 0,13 \text{ мм;}$
- 3) Токарная с ЧПУ:  $TA_{3,10} = 0,25 \text{ мм; } TA_{3,9} = 0,13 \text{ мм; } TA_{3,7} = 0,12; TA_{3,6} = 0,075;$   
 $TA_{8,9} = 0,06; TA_{5,9} = 0,13;$
- 4) Слесарная:  $TA_{3,4} = 0,1 \text{ мм;}$
- 5) плоскошлифовальная:  $TA_{3,5} = 0,012 \text{ мм;}$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i$$

Для размера  $K_1$  (см. рис. 7):  $TK_1 = 0,13 \geq TA_{3,9} = 0,13$  мм, т. е. размер  $K_1$  может быть обеспечен с заданной точностью.

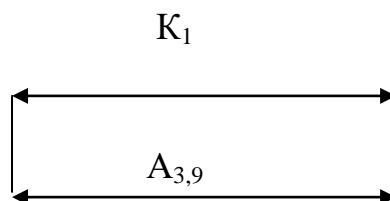


Рис.7 Размерная схема для  $K_1$

Для размера  $K_2$  (см. рис. 8):  $TK_2 = 0,15 \geq TA_{3,5} = 0,012$  мм, размер  $K_2$  может быть обеспечен с заданной точностью.

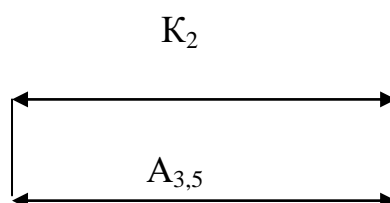


Рис.8.Размерная схема для  $K_2$

Для размера  $K_3$  (см. рис. 9):  $TK_3 = 0,2 \geq TA_{3,4} = 0,1$  мм, размер  $K_3$  может быть обеспечен с заданной точностью.

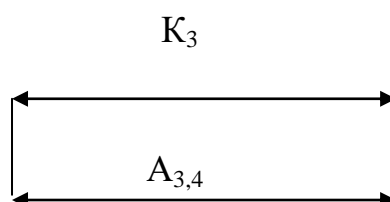


Рис.9.Размерная схема для  $K_2$

Для размера  $K_4$  (см. рис. 10):  $TK_4 = 0,2 \geq TA_{8,9} = 0,06$  мм, размер  $K_3$  может быть обеспечен с заданной точностью.

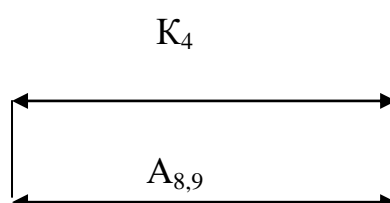


Рис.10.Размерная схема для  $K_4$

Расчет технологических размеров начинаем с конца технологического процесса, по рис.:  $A_{3,9} = K_1 = 25_{-0,13}$  мм.

Для определения технологического размера  $A_{3,11}$ , рассмотрим цепь 1 (см. рис.11):

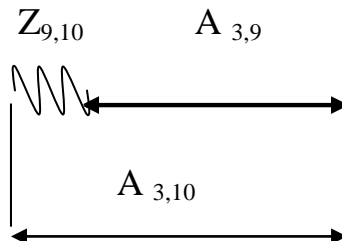


Рис.11.Цепь 1

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений.

$$A_{3,10}^C = A_{3,9}^C + z_{9,10}^C = A_{3,9}^C + (z_{9,10\min} + z_{9,10\max})/2 = A_{3,9}^C + (z_{9,10\min} + (z_{9,10\min} + TA_{3,9} + TA_{3,10}))/2 = 24,935 + (0,111 + (0,111 + 0,25 + 0,13))/2 = 25,226\text{мм.}$$

$$z_{9,10}^C = 0,301 \text{ мм, } z_{9,10\max} = 0,491 \text{ мм.}$$

$$A_{3,10} = 25,35_{-0,25} \text{ мм.}$$

$$\text{Примем } A_{3,10} = 25,35_{-0,25} \text{ мм.}$$

Для определения технологического размера  $A_{3,11}$ , рассмотрим цепь 2 (см. рис.12):

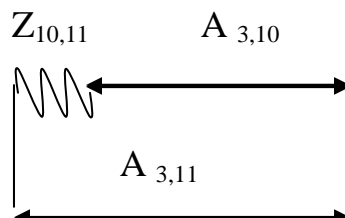


Рис.12.Цепь 2

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений.

$$A_{3,11}^C = A_{3,10}^C + z_{10,11}^C = A_{3,10}^C + (z_{10,11 \min} + z_{10,11 \max})/2 = A_{3,10}^C + (z_{10,11 \min} + (z_{10,11 \min} + TA_{3,10} + TA_{3,11}))/2 = 25,235 + (0,111 + (0,111 + 0,13 + 0,13))/2 = 25,466 \text{ мм.}$$

$$Z_{10,11}^C = 0,241 \text{ мм, } z_{10,11 \max} = 0,371 \text{ мм.}$$

$$A_{3,11} = 25,541_{-0,13} \text{ мм.}$$

$$\text{Примем } A_{3,11} = 26_{-0,13} \text{ мм.}$$

Для определения технологического размера  $A_{2,11}$ , рассмотрим цепь 3 (см. рис.13):

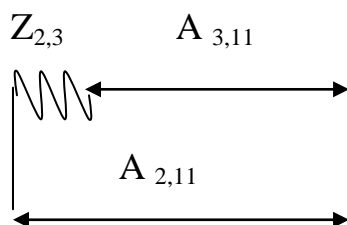


Рис.13.Цепь 3

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений.

$$A_{2,11}^C = A_{3,11}^C + z_{3,2}^C = A_{3,11}^C + (z_{2,3 \min} + z_{2,3 \max})/2 = A_{3,11}^C + (z_{2,3 \min} + (z_{2,3 \min} + TA_{2,12} + TA_{3,12}))/2 = 25,935 + (0,342 + (0,342 + 0,13 + 0,25))/2 = 26,457 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,3}^C = 0,532 \text{ мм, } z_{2,3 \max} = 0,772 \text{ мм.}$$

$$A_{2,11} = 26,582_{-0,25} \text{ мм.}$$

$$\text{Примем } A_{2,11} = 26,6_{-0,25} \text{ мм}$$

Для определения технологического размера  $A_{1,11}$ , рассмотрим цепь 4 (см. рис.14):

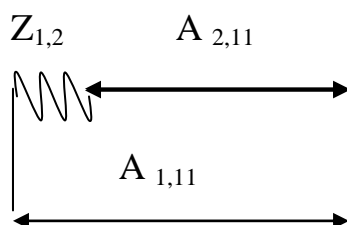


Рис.14.Цепь 4

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений.

$$A_{1,11}^C = A_{2,11}^C + z_{1,2}^C = A_{2,11}^C + (z_{1,2 \min} + z_{1,2 \max})/2 = A_{2,11}^C + (z_{1,2 \min} + (z_{1,2 \min} + TA_{2,11} + TA_{1,11}))/2 = 26,475 + (0,342 + (0,342 + 0,25 + 2,6))/2 = 28,242 \text{ мм.}$$

$$z_{1,2}^C = 1,767 \text{ мм, } z_{1,2 \max} = 3,192 \text{ мм.}$$

$$A_{2,11} = 29,542 \pm 1,3 \text{ мм.}$$

$$\text{Примем } A_{2,11} = 30 \pm 1,3 \text{ мм.}$$

$$A_{3,5} = K = 5_{-0,15} \text{ мм.}$$

Для определения технологического размера  $A_{3,6}$ , рассмотрим цепь 5 (см. рис.15):

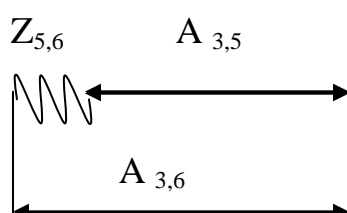


Рис.15.Цепь 5

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений.

$$A_{3,6}^C = A_{3,5}^C + z_{3,5}^C = A_{3,5}^C + (z_{5,6 \min} + z_{5,6 \max})/2 = A_{3,5}^C + (z_{5,6 \min} + (z_{5,6 \min} + TA_{3,5} + TA_{3,6}))/2 = 4,925 + (0,064 + (0,064 + 0,15 + 0,075))/2 = 5,101 \text{ мм.}$$

$$z_{5,6}^C = 0,176 \text{ мм, } z_{5,6 \max} = 0,289 \text{ мм.}$$

$$A_{3,6} = 5,176_{-0,075} \text{ мм.}$$

$$\text{Примем } A_{3,6} = 5,2_{-0,075} \text{ мм.}$$

Для определения технологического размера  $A_{3,7}$ , рассмотрим цепь 6 (см. рис.16):

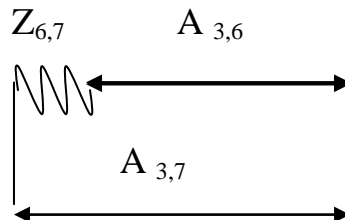


Рис.16.Цепь 6

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений.

$$A_{3,7}^C = A_{3,6}^C + z_{3,6}^C = A_{3,6}^C + (z_{6,7\min} + z_{6,7\max})/2 = A_{3,6}^C + (z_{6,7\min} + (z_{6,7\min} + TA_{3,6} + TA_{3,7}))/2 = 5,1625 + (0,111 + (0,111 + 0,12 + 0,075))/2 = 5,37\text{мм.}$$

$$z_{6,7}^C = 0,208 \text{ мм, } z_{6,7\max} = 0,305 \text{ мм.}$$

$$A_{3,7} = 5,43_{-0,12} \text{ мм.}$$

$$\text{Примем } A_{3,7} = 5,45_{-0,12} \text{ мм.}$$

Для определения технологического размера  $A_{3,8}$ , рассмотрим цепь 7 (см. рис.17):

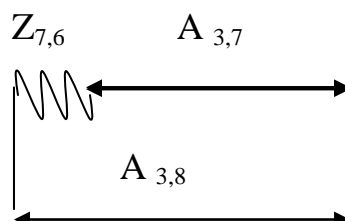


Рис.17.Цепь 7

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений.

$$A_{3,8}^C = A_{3,7}^C + z_{3,7}^C = A_{3,7}^C + (z_{7,8\min} + z_{7,8\max})/2 = A_{3,7}^C + (z_{7,8\min} + (z_{7,8\min} + TA_{3,7} + TA_{3,8}))/2 = 5,39 + (0,342 + (0,342 + 0,12 + 0,12))/2 = 5,852\text{мм.}$$

$$z_{6,7}^C = 0,462 \text{ мм, } z_{6,7\max} = 0,582 \text{ мм.}$$

$$A_{3,8} = 5,912_{-0,12} \text{ мм.}$$

Примем  $A_{3,8} = 6_{-0,12} \text{ мм.}$

### 1.8. Расчет режимов резания.

005 Заготовительная

Отрезать пруток в размер  $30 \pm 1,3 \text{ мм.}$

Скорость  $V = 45 \text{ м/мин.}$

Подача  $S = 100 \text{ мм/мин}$

Основное время:

$$T_0 = \frac{l}{S} = \frac{42}{100} = 0,42 \text{ мин} = 25,2 \text{ с.}$$

010 Токарная с ЧПУ

Выполняем расчёт для первой операции последовательно по пунктам:

Подрезка торца

1. Глубина резания:  $t = z_{1,2} = 3,4 \text{ мм.}$  (Подрезаем за 2 прохода  $t = 1,7 \text{ мм}$ )
2. Поперечная подача по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] для данной глубины резания:

$$S_{1,1} = 0,3 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:



$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (7)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по таблице 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ}, \quad (8)$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Тогда по таблицам 1,5,6 [3,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = 1,19; \quad K_{ПВ} = 0,8; \quad K_{ИВ} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ} = 1,19 * 0,8 * 1 = 0,95.$$

Скорость резания, формула (7):

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{350}{60^{0,2} \times 1,7^{0,15} \times 0,3^{0,35}} \times 0,95 = 221,6 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 221,6 / (3,14 * 42) = 1680 \text{ об/мин.}$$

5. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p, \quad (9)$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = - 0,15$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [3,Т.2,стр.273].

Глубина резания в формуле:  $t = z_{\max} = 3,4$  мм.

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} * K_{\varphi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

Тогда по таблицам 9,23 [3,Т.2,стр.264]:

$$K_{MP} = 0,85; K_{\varphi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} * K_{\varphi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P} = 0,85 * 0,94 * 1 * 1 * 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула (9):

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 300 * 3,4^1 * 0,3^{0,75} * 221,6^{-0,15} * 0,7 = 1256 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z * V / (1000 * 60) = 1256 * 221,6 / (1000 * 60) = 4,6 \text{ кВт.}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{l}{S} = \frac{92}{221,6} = 0,41_{\text{мин}} = 25 \text{ с.}$$

Сверление отверстия Ø13

1. Глубина резания:  $T = D/2 = 7,5$  мм.

2. Поперечная подача по таблице 28 [3,Т.2,стр.278] для данной глубины резания:

$$S = 0,36 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v, \quad (8)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $q = 0,4$ ;  $y = 0,5$

Коэффициент  $K_V$  :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$  - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Тогда по таблицам 1,5,6 [3,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = 1,19; K_{ПV} = 0,8; K_{ИV} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV} = 1,19 * 0,8 * 1 = 0,95.$$

Скорость резания, формула :

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V = \frac{9,8 \times 13^{0,4}}{60^{0,2} \times 0,36^{0,5}} \times 0,95 = 19,3 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 19,3 / (3,14 * 13) = 473 \text{ об/мин.}$$

5. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 68$ ;  $q = 1$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 32 [3,Т.2,стр.281].

$$K_p = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула (9):

$$P_z = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 13^1 * 0,36^{0,7} * 0,7 = 1559 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z * V / (1000 * 60) = 1559 * 19,3 / (1000 * 60) = 0,5 \text{ кВт.}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{l}{S} = \frac{30}{19,3} = 1,55 \text{ мин}$$

015 Токарная с ЧПУ

1. Глубина резания:  $t = 1,5 \text{ мм.}$

2. Поперечная подача по таблице 11 [2,Т.2,стр.266] для данной глубины резания:  $S = 0,3 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$  – определены по таблице 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Тогда по таблицам 1,5,6 [3,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = 1,19; K_{PIV} = 0,8; K_{IIV} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} * K_{PIV} * K_{IIV} = 1,19 * 0,8 * 1 = 0,95.$$

Скорость резания, формула (8):

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{350}{60^{0,2} \times 1,5^{0,15} \times 0,3^{0,35}} \times 0,95 = 221 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 221 / (3,14 * 39) = 1800 \text{ об/мин.}$$

5. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [3, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле:  $t = z_{\max} = 1,5 \text{ мм.}$

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} * K_{\varphi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

Тогда по таблицам 9,23 [3, Т.2, стр.264]:

$$K_{MP} = 0,85; K_{\varphi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} * K_{\varphi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P} = 0,85 * 0,94 * 1 * 1 * 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 300 * 1,5^1 * 0,3^{0,75} * 221^{-0,15} * 0,7 = 567 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z * V / (1000 * 60) = 567 * 221 / (1000 * 60) = 2,1 \text{ кВт.}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{l}{S} = \frac{167,7}{221} = 0,76 \text{ мин} = 46 \text{ с.}$$

Растачивание диаметра 14,7 мм.

1. Глубина резания:  $t = 2$  мм.

2. Поперечная подача по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] для данной глубины резания:  $S = 0,08$  мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v = 420$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,20$  – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Тогда по таблицам 1,5,6 [3, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = 1,19; K_{ПV} = 0,8; K_{ИV} = 1.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV} = 1,19 * 0,8 * 1 = 0,95.$$

Скорость резания, формула (8):

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{420}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,08^{0,20}} \times 0,95 \times 0,90 = 224,5 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 224,5 / (3,14 \cdot 14,7) = 4860 \text{ об/мин.}$$

5. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$  – определены по таблице 22 [3, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле:  $t = 2$  мм.

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{r P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

Тогда по таблицам 9,23 [3, Т.2, стр.264]:

$$K_{MP} = 0,85; K_{\varphi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{r P} = 0,85 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,7.$$

Главная составляющая силы резания, формула:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 224,5^{-0,15} \cdot 0,7 = 277 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \cdot V / (1000 \cdot 60) = 277 \cdot 224,5 / (1000 \cdot 60) = 1,04 \text{ кВт.}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{l}{S} = \frac{25}{224,5} = 0,11_{мин}$$

020 Вертикально сверлильная операции:

1. Глубина резания:  $t = 0,5 * D = 0,5 * 3 = 1,5$  мм.
2. Подача по таблице 25 [3,Т.2,стр.277] : 0,1 мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [3,Т.2,стр.279]:  $T = 45$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 7$ ;  $q = 0,4$ ;  $m = 0,2$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 28 [3,Т.2,стр.278].

Коэффициент  $K_V$  :

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IIV},$$

где  $K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

Коэффициенты  $K_{MV}$ ,  $K_{IIV}$  определены выше.

Тогда по таблице 31 [3,Т.2,стр.280]:  $K_{IV} = 1$ .

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IIV} = 1,19 * 1 * 1 = 1,19.$$

Скорость резания, формула (8):

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V = \frac{7 \times 3^{0,4}}{45^{0,2} \times 0,1^{0,7}} \times 1,19 = 29 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 29 / (3,14 * 3) = 3078 \text{ об/мин.}$$



5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 2800 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * D * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 3 * 2800 / 1000 = 26,4 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p, \quad (10)$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$  – определены по таблице 32 [3, Т.2, стр.281].

Коэффициент  $K_p$ :  $K_p = K_{MP} = 0,85$ .

Крутящий момент, формула (10):

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 3^2 * 0,2^{0,8} * 0,85 = 0,73 \text{ Н*м.}$$

8. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 68$ ;  $q = 1$ ;  $y = 0,7$  – определены по таблице 32 [3, Т.2, стр.281].

Осевая сила:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 3^1 * 0,2^{0,7} * 0,85 = 562 \text{ Н.}$$

Допускаемая осевая сила по паспорту станка 5600 Н, поэтому расчётная осевая сила приемлема.

8. Мощность резания:

$$N = M_{кр} * n_{\phi} / 9750 = 0,73 * 2800 / 9750 = 0,21 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N/\eta = 0,21/0,85 = 0,18 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 1,5 кВт , она достаточна для выполнения операции.

Основное время:

$$T_0 = \frac{l}{S} = \frac{18}{26,4} = 0,68_{мин} = 41с.$$

#### 045 Внутршлифовальная операция

$B=15\text{мм}$

1. Скорость движения заготовки, скорость круга, глубину, радиальную подачу выбираем в соответствии с табл.55[2.том 2,стр 301].

$$V_3=50 \text{ м/мин}$$

$$V_K=30-35 \text{ м/с}$$

2. Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r t^x S^y d^q, \quad (11)$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем из табл.56[3.том 2. стр303]

$$C_N=0.27 \quad r=0.5 \quad x=0.4 \quad y=0.4 \quad q=0.3$$

$$N = 0.27 \cdot 50^{0.5} \cdot 0.0025^{0.4} \cdot 6^{0.4} \cdot 15^{0.3} = 0.88 \text{ кВт}$$

3. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_{эф}}{\eta} = \frac{0.88}{0,85} = 1.03 \text{ кВт}$$

4. Чистота вращения заготовки:

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 50 / (3,14 \cdot 15) = 1061 \text{ об/мин.}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{l \cdot h}{S \cdot n_3 \cdot t} = \frac{25 \cdot 0,3}{6 \cdot 1061 \cdot 0,0025} = 0,47 \text{ мин} = 28 \text{ с.}$$

050 Круглошлифовальная операция

$B=25\text{мм}$

Скорость движения заготовки, скорость круга, глубину, радиальную подачу выбираем в соответствии с табл.55[2.том 2,стр 301].

$V_3=30 \text{ м/мин}$

$V_K=30\text{-}35 \text{ м/с}$

Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r t^x S^y d^q$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем из табл.56[3.том 2. стр303]

$$C_N=2,65 \quad r=0.5 \quad x=0.5 \quad y=0.55$$

$$N = 2,65 \cdot 30^{0.5} \cdot 0.01^{0.5} \cdot 10^{0.55} \cdot 21^0 = 1,45 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{эф}}}{\eta} = \frac{1,45}{0,85} = 1,7 \text{ кВт}$$

Чистота вращения заготовки:

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 30 / (3,14 \cdot 21) = 454,5 \text{ об/мин.}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{l \cdot h}{S \cdot n_3 \cdot t} = \frac{20 \cdot 0,35}{10 \cdot 454,5 \cdot 0,01} = 0,15 \text{ мин} = 9 \text{ с.}$$

## 1.9 Выбор оборудования и оснастки

010 и 015 Токарные с ЧПУ

Оборудование:

Токарный станок с ЧПУ Challenger LT-52

Имеет цельную наклонную станину. Жесткость шпинделя обеспечивается четырьмя коническими двухрядными роликовыми подшипниками. ШВП класса точности 3С со сдвоенной гайкой обеспечивает высокую точность и жесткость.

Основные характеристики:

Наибольший диаметр заготовки над станиной 500мм.

Наибольший диаметр обрабатываемый над суппортом 210мм.

Длина обрабатываемой заготовки 460мм.

Максимальная частота вращения шпинделя 5000 об/мин.

Мощность главного двигателя 11/15 кВт

Перемещение по осям X/Z 215/520 мм.

Ускоренное перемещение 30м/мин.

Револьверная головка на 12 позиций(державка 25x25).



Рис.18. Токарный станок с ЧПУ Challenger LT-52

Приспособление:

Гидравлический трех кулачковый патрон диаметром 210мм.

Режущий инструмент:

Резец Sandvik MWLNR 16 40 пластина CG 3210

Резец Sandvik QS-PDJNR 12 4C пластина MF 2015

Сверло центровочное 2317-0133 ГОСТ 14952-75

Сверло Р6М5 2300 – 2500 ГОСТ 10902 – 77

Измерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ – 1 – 125 – 0,05 ГОСТ 166 – 89

Микрометр гладкий 0 – 25 ГОСТ 6507 – 90

Нутромер 10-18 ГОСТ 9244-75

020 Вертикально сверлильная

Оборудование:

## Станок 2Н118

### Технические характеристики:

Габариты рабочего стола 320х360 мм.

Перемещение стола за один оборот ручки 2,4 мм.

Максимальное перемещение стола 350 мм.

Масса 450 кг.

Шпиндельная головка перемещается на величину 300 мм.

За один оборот рукояти шпиндель перемещается на 4,4 мм.

Частота вращения шпинделя 180 – 2800 об/мин.

Шпиндель имеет конус Морзе 2.

Поддачи регулируются по шести ступеням в интервале 0,1 – 0,56 мм.

Мощность двигателя 1,5 кВт.



Рис.19. Станок 2Н118.

### Приспособление:

Кондуктор

Патрон 4 – 1 – В10 ГОСТ15935-88

Оправка для сверлильных патронов 6039 – 0003 ГОСТ 2682 – 86

Режущий инструмент:

Сверло Р6М5 2300 – 0155 ГОСТ 10902 – 77

Цековка 2350 – 0642 ГОСТ 26258 - 87

Измерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ – 1 – 125 – 0,05 ГОСТ 166 – 89

Калибр – пробка 8133-0070 Н12 ГОСТ 16778 – 93

045 Внутришлифовальная

Оборудование: станок 3К225А

Внутришлифовальный станок 3К225А применяется для обработки глухих и сквозных отверстий цилиндрической или конусной формы, торцов на деталях тел вращения (шкивы, фланцы, шестерни, конусы и т.д.), изготовленных из чугуна, стали, цветных металлов и других материалов. Используется в единичном, мелкосерийном и серийном производстве, а так же в ремонтных участках.

Технические характеристики:

Класс точности (ГОСТ 8-82) А

Диапазон диаметров обрабатываемых отверстий, 3 – 80 мм

Максимальная глубина шлифования, 80 мм

Наибольший диаметр обрабатываемой детали, 200 мм

Число оборотов внутришлифовальной головки,  
12000/24000/48000/96000 об/мин

одно деление лимба 0,001 мм

Параметры поперечной подачи на сторону,  
0,001/0,002/0,003/0,004/0,005/0,006 мм/дв.ход

Число оборотов изделия, 60-1200 об/мин

Частота вращения торцевого шпинделя, 8000 об/мин

Суммарная мощность двигателей, 6,1 кВт



Рис.20. Станок 3К225А

Приспособления:

трехкулачковый самоцентрирующийся патрон

Режущий инструмент:

1 13x16x4 25A 40M C1 7 K 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83

Измерительной инструмент:

Калибр – пробка 8133-0929 Н7 ГОСТ 14810-69

050 Круглошлифовальная

Оборудование:



Станок 3М131

Технические характеристики:

Класс точности станка (ГОСТ 8-82) В

Диаметр заготовки при наружном шлифовании, 8 – 280 мм

Наибольшая длина детали при наружной обработке, 135 мм

Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, 300 кг

Пределы скоростей подачи стола, 0,1-8 мм/мин

Высота центров, 185 мм

Число оборотов шлифовального круга, 1980 об/мин

Число оборотов изделия, 30-400 об/мин

Общая мощность двигателей, 8,25 кВт

Параметры круга при наружной обработке, 600х63х305 мм

Габаритные размеры (Д/Ш/В), 4540/2640/2150 мм

Приспособления:

Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон

Оправка 7110-0446-15 h7 ГОСТ 31.1066.03-97

Режущий инструмент:

1 600х63х305 25А 40М С1 7 К 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83

Мерительный инструмент:

Калибр-скоба 8113-0113 k6 ГОСТ 18360-93

## 1.10 Нормирование технологического процесса

010 Токарная ЧПУ

$$T_{\text{осн}} = 1,96 \text{ мин};$$

Подготовительно-заключительное время:

установка резцов – 8 мин;

установка кулачков – 8 мин;

получение и сдача инструмента и приспособлений – 7 мин:

$$T_{\text{п.з}} = 8 + 8 + 7 = 23 \text{ мин};$$

Время на установку, снятие, закрепление и открепление детали:

$$T_{\text{ус}} + T_{\text{-зо}} = 0,08 \text{ мин.}$$

Время на приемы управления:

включить и выключить станок кнопкой – 0,01 мин;

Поворот револьверной головки: 0,015 мин;

Подвод и отвод инструмента: 0,03 мин;

$$T_{\text{уп}} = 0,01 + 0,015 + 0,03 = 0,045 \text{ мин};$$

Время на измерение детали при 50% контроле:

$$T_{\text{изм}} = 0,22 * 0,5 = 0,11 \text{ мин};$$

Поправочный коэффициент для среднесерийного производства:  $k = 1,85$ ;

Вспомогательное время:

$$T_{\text{в}} = (0,08 + 0,045 + 0,11) * 1,85 = 0,44 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = 1,96 + 0,44 = 2,4 \text{ мин};$$

Время на отдых составляет 6% оперативного:

$$T_{\text{от}} = (2,4 * 6) / 100 = 0,144 \text{ мин};$$

Время на организационное обслуживание:

$$T_{\text{орг}} = 2,4 * 1,7 / 100 = 0,04 \text{ мин};$$

Время на техническое обслуживание рабочего места:

$$T_{\text{тех.об.}} = 2,5 * 4 / 90 = 0,125 \text{ мин};$$

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{от}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{тех.об.}} = 2,4 + 0,144 + 0,04 + 0,125 = 2,7 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{500} = 2,7 + \frac{23}{500} = 2,746$$

### 015 Токарная ЧПУ

$$T_{осн} = 0,87 \text{ мин};$$

Подготовительно-заключительное время:

установка резцов – 8 мин;

установка кулачков – 8 мин;

получение и сдача инструмента и приспособлений – 7 мин:

$$T_{п.з} = 8 + 8 + 7 = 23 \text{ мин};$$

Время на установку, снятие, закрепление и открепление детали:

$$T_{ус} + T_{зо} = 0,08 \text{ мин.}$$

Время на приемы управления:

включить и выключить станок кнопкой – 0,01 мин;

Поворот револьверной головки: 0,015 мин;

Подвод и отвод инструмента: 0,03 мин;

$$T_{уп} = 0,01 + 0,015 + 0,03 = 0,045 \text{ мин};$$

Время на измерение детали при 50% контроле:

$$T_{изм} = 0,22 * 0,5 = 0,11 \text{ мин};$$

Поправочный коэффициент для среднесерийного производства:  $k = 1,85$ ;

Вспомогательное время:

$$T_{в} = (0,08 + 0,045 + 0,11) * 1,85 = 0,44 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = 0,87 + 0,44 = 1,31 \text{ мин};$$

Время на отдых составляет 6% оперативного:

$$T_{от} = (1,31 * 6) / 100 = 0,08 \text{ мин};$$

Время на организационное обслуживание:

$$T_{орг} = 1,31 * 1,7 / 100 = 0,02 \text{ мин};$$

Время на техническое обслуживание рабочего места:

$$T_{тех.об.} = 2,5 * 4 / 90 = 0,125 \text{ мин};$$

$$T_{штГ} = T_{оп} + T_{от} + T_{орГ} + T_{тех.об.} = 1,31 + 0,08 + 0,02 + 0,125 = 1,535 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{500} = 1,535 + \frac{23}{500} = 1,581$$

Остальные операции технологического процесса вычислялись аналогичным образом и приведены в таблице 5.

Таблица 5. Таблица нормирования тех. процесса

Номер операции	Наименование операции	Основное	Вспомогательное	Оперативное	Время на обслуживание	Штучное	Партия	Штучно калькуляционное
010	Токарная С ЧПУ	1,96	0,44	2,4	0,144	2,7	500	2,75
015	Токарная С ЧПУ	0,87	0,44	1,31	0,08	1,54		1,58
020	Вертикально сверлильная	0,68	0,13	0,81	0,01	0,82		0,866
045	Внутришлифовальная	0,47	0,73	1,2	0,34	1,54		1,58
050	Круглошлифовальная	0,15	0,85	1	0,34	1,34		1,38

## **2 Проектирование специального станочного приспособления.**

### **2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.**

Процессы развития производства связаны с перевооружением а также с модернизацией технических средств. Подготовка производства новых видов продукции машиностроения и техническое перевооружение, а так же модернизация средств производства включают процессы проектирования методов и средств технологического оснащения станочного оборудования и их изготовления.

Большая доля технологического оснащения состоит из станочных приспособлений. Которые в свою очередь позволяют:

- Выполнять надежное базирование и закрепление детали с сохранением жесткости в процессе обработки;
- Позволяют обеспечивать стабильно высокое качество обработки, в независимости от квалификации рабочего;
- Увеличить производительность и облегчить условия труда;
- Расширить технологические возможности оборудования;

### **2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.**

Деталь находится под воздействием момента и осевой силы рисунок 21

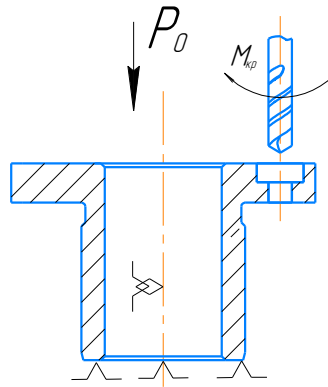


Рис.21 Принципиальная схема приспособления

### 2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров.

Основное назначение зажимных устройств приспособлений заключается в обеспечении надежного контакта заготовки с установочными элементами и предупреждении ее смещения и вибраций в процессе обработки. Зажимные устройства должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) при зажиме не должно нарушаться первоначально заданное положение детали;
- 2) зажимы не должны вызывать деформаций детали и порчи их поверхностей;
- 3) закрепление и открепление детали должно производиться с минимальной затратой сил и рабочего времени;
- 4) при закреплении недостаточно жестких деталей силы зажима должны располагаться над опорами или возможно ближе к опорам;
- 5) силы резания по возможности не должны восприниматься зажимными устройствами;
- 6) зажимные устройства должны быть надежными в работе, простыми по конструкции и удобными в обслуживании.

Заготовка базируется по цилиндрической внутренней поверхности и торцу. После установки заготовки на поворотную плиту, она лишается трех степеней свободы. После фиксации ее кондукторной плитой, создается силовое замыкание, которое лишает заготовку еще двух степеней свободы и обеспечивает свободный доступ режущего инструмента к обрабатываемым поверхностям. Направление силы резания совпадает с силой прижатия заготовки и поэтому деталь, в данном случае будет лишаться шестой степени свободы. Следовательно, деталь лишена шести степеней свободы.

## 2.4 Разработка схемы для расчета сил закрепления

Режимы резанья посчитаны ранее и имеют значения:

1. Глубина резания,  $t = 1,5$  мм.
2. Подача,  $S = 0,1$  мм/об.
3. Скорость резания,  $V = 29$  м/мин.
4. Расчётное число оборотов шпинделя,  $n = 3078$  об/мин.
5. Принимаем фактическое число оборотов,  $n_{\phi} = 2800$  об/мин.
6. Фактическая скорость резания,  $V = 26,4$  м/мин.
7. Крутящий момент,  $M_{кр} = 0,73$  Н\*м.
8. Осевая сила,  $P_o = 562$  Н.
9. Мощность резания,  $N = 0,21$  кВт.
10. Мощность привода главного движения,  $N_{пр} = 0,18$  кВт.

При конструировании силу закрепления  $P_z$  будем считать из условия равновесия обрабатываемой детали под действием силы резанья, тяжести,

трения, реакции в опорах. Полученное значение силы закрепления проверяем из условия точности выполнения операции. В случае необходимости изменяем схему установки, режимы резания и другие условия выполнения операций. При расчетах силы закрепления учитываем упругую характеристику зажимного механизма.

Силовой расчет учитывает коэффициент запаса  $K_3$ . В общем случае величина этого коэффициента находится в пределах от 2...3,5, в зависимости от конкретных условий обработки по формуле:

$$K_3 = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (12)$$

Значение коэффициента следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Его величину можно представить как произведение частных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора:

$K_0 = 2$  – гарантированный коэффициент запаса [5, с.41].

$K_1 = 1$  – коэффициент, зависящий от состояния поверхностного слоя заготовок [1, с.85].

$K_2 = 1$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента. Принимаем в зависимости от обрабатываемого материала и метода обработки [5, с.41].

$K_3 = 1$  – коэффициент, учитывающий прерывистость резания; [5, с.41].

$K_4 = 1,3$  – коэффициент, характеризующий постоянство силы развиваемой зажимным механизмом [5, с.41].

$K_5 = 1$  – коэффициент, характеризующий эргономику зажимного механизма.



$K_6 = 1$  – коэффициент, характеризующий установку заготовки [5, с.41].  
Если  $K_3 < 2,5$ , то при расчете надежности закрепления ее следует принять равным  $K_3 = 2,5$

$$K_3 = 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,6$$

Величину необходимого зажимного усилия определяем на основе решения задачи статики, рассматривая равновесие заготовки под действием приложенных к ней сил. Для этого составляем расчетную схему, то есть, изображаем на схеме базирования заготовки все действующие на неё силы: силы и моменты резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта заготовки с опорными и зажимными элементами. По расчетной схеме необходимо установить направления возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания, определить величину проекций всех сил на направление перемещения и составить уравнения сил и моментов:

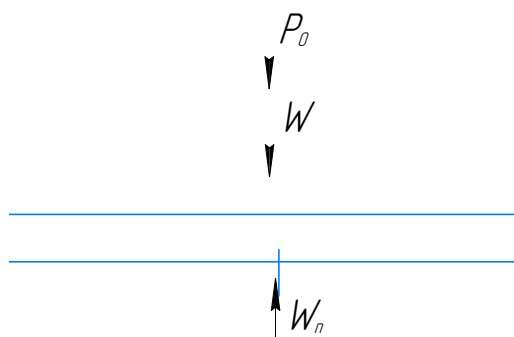


Рис. 23 - Условная расчетная схема кондуктора

где  $P_{oc}$  – осевая сила;

$W$  – усилие зажима;

$f$  – коэффициент трения;

$W_n$  – реакция осевой силы;

Действующие на заготовку силы и моменты резания можно рассчитать по формулам, приводимым в справочниках и нормативах по режимам резания применительно к определенному виду обработки.

$$W = \frac{P_{oc}}{f_1 l_1 + f_2 l_2} = \frac{562}{(0.2 \cdot 0.041) + (0.2 \cdot 0.015)} = 1405 H$$

Необходимую силу закрепления при сверлении рассчитываем по формуле:

$$W = \frac{K_3 \cdot M_{кр}}{f_1 l_1 + f_2 l_2} = \frac{2.6 \cdot 0.73}{(0.2 \cdot 0.041) + (0.2 \cdot 0.015)} = 170 H$$

Так как действительная сила зажима больше необходимой, то расчет выполнен верно.

## 2.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из основания, которое устанавливается на стол сверлильного станка. Далее устанавливается поворотная плита, на которую предварительно запрессована пара подшипников. Заготовка устанавливается на установочную плиту, центрируется по внутреннему диаметру и прижимается кондукторной плитой имеющей базирующий диаметр. С помощью откидных болтов устанавливается кондукторная плита, которая прижимается к заготовке гайками барашками. Затем приспособление центрируется одной из кондукторных втулок по шпинделю станка. После чего фиксируется на столе станка за проушины. Приспособление работает следующим образом. Обработка заготовки устанавливается на торец так, чтобы оси просверливаемых отверстий расположились вертикально, соответственно направлению рабочей подачи сверла. В накладном кондукторе имеются отверстия, в которые запрессованы кондукторные втулки. Сверху накладной кондуктор поджимается быстросменными шайбами и гайками барашками.

После чего поворотная плита фиксируется винтом. После обработки отверстия, винт ослабляется поворотная плита поворачивается на 120 градусов и опять фиксируется. Таким образом, при использовании данного приспособления достигается максимальный эффект обработки отверстий.

## 2.6 Проектирование технологии сборки приспособления

Технологический процесс сборки изделия в его окончательном виде определяется типом производства, то есть объемом выпуска собираемых узлов и изделий, трудоемкостью сборки и организационными формами сборки.

При значительных объемах сборки разрабатывают технологический процесс подробно и с возможно большей дифференциацией операций. При малом объеме выпуска ограничиваются составлением маршрута сборочных операций.

Таблица 5 Маршрут сборки приспособлений

Операции	Наименование операций
005	Слесарно – сборочная
010	Слесарно – сборочная
015	Покрасочная
020	Слесарно – сборочная
025	Слесарно – сборочная

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

Студенту

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-4А7Б	Кашкевичу Юрию Юрьевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение машиностроения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием организации.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2 %.

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

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ; SWOT-анализ.
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки; Разработка графика Ганта; Формирование бюджета затрат на научное исследование.
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение ресурсоэффективности проекта

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

1. Оценка конкурентоспособности НИ
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Клемашева Елена Игоревна	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-4А7Б	Кашкевич Юрий Юрьевич		

## **«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

Целью финансового менеджмента является оценка технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипниковая» с точки зрения финансового менеджмента и ресурсоэффективности. Для решения цели были поставлены следующие задачи:

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать конкурентные технические решения проекта;
- выполнить планирование и организацию научного исследования;
- создать диаграмму Ганта
- определить бюджет научного проекта;
- определить ресурсоэффективность проекта.

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

#### **3.1 Анализ конкурентных технических решений**

В настоящее время возможность реализации любого проекта в основном зависит не от его технической сущности, а от экономической эффективности и привлекательности, коммерческого потенциала и ресурсоэффективности. Именно такой вектор развития имеет сегодняшняя промышленность, что и задает суть научно-технических исследований, направляя их в сферу повышения эффективности работы, увеличения сроков эксплуатации, повышения ремонтпригодности и упрощения обслуживания.

Выбор наиболее оптимального терминала, в рассмотрении его с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, осуществляется на основе анализа конкурентных технических решений.

Такой анализ помогает вносить коррективы в проект, что позволяет развивать выбранное решение, дорабатывая определенные его части в ходе работ. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Критерии для анализа подбираются исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

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

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его

изменения и т.д.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Для сравнения выбран производитель – компания «Томфрезер», г. Томск.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		$B_{\phi}$	$B_{\kappa}$	$K_{\phi}$	$K_{\kappa}$
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Производительность	0,12	4	3	0,57	0,47
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	0,50	0,40
3. Срок службы	0,10	4	5	0,65	0,59
4. Безопасность	0,15	5	4	0,52	0,49
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,10	4	3	0,21	0,17
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	0,19	0,22
3. Цена	0,13	2	3	0,41	0,32
4. Предполагаемый срок	0,09	5	4	0,37	0,21

эксплуатации					
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	3	0,24	0,16
6. Срок выхода на рынок	0,03	3	4	0,17	0,14
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>3,83</b>	<b>3,17</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Данный анализ конкурентных технических решений помог выяснить, что исследование является перспективным и актуальным, так же имеет конкурентоспособность.

### 3.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с помощью которого можно оценить сильные и слабые стороны, а также все возможности и угрозы. Для этого, составляется SWOT матрица, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы, приведены в таблице 2.

В таблице представлены основные факторы, которые целесообразно учитывать в SWOT-анализе данного исследования:

Таблица 7 – SWOT-анализа

<p><b>Сильные стороны проекта:</b>  С1. Высокое качество;  С2. Большинство конструкторских размеров выдерживаются непосредственно;  С3. Безопасность;  С4. Функциональные возможности разработки  С5. Невысокие требования точности.</p>	<p><b>Слабые стороны проекта:</b>  Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки;  Сл2. Длительность разработки;  Сл3. Наличие резьбы, как внешней, так и внутренней;  Сл4. Необходимость специального приспособления;  Сл5. Узкая направленность изделия.</p>	<p><b>Возможности:</b>  В1. Низкий уровень конкуренции;  В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;  В3. Совершенствование технологии;  В4. Экспорт разработки.</p>	<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса на продукт;  У2. Появление новых технологий  У3. Прекращение финансирования</p>
--	--	---	--

На втором этапе строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 8–21.

Таблица 8 – Связь сильных сторон с возможностями

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	+	+	+	+	+
	В3	+	+	+	+	+
	В4	+	+	-	-	+

Таблица 9 – Связь слабых сторон с возможностями

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	-	-	+	+	+
	В3	+	+	+	+	-
	В4	-	-	+	-	+

Таблица 10 – Связь сильных сторон с угрозами

Сильные стороны проекта						
Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	+	-
	У2	-	-	-	+	+
	У3	-	+	-	-	+

Таблица 11 – Связь слабых сторон с угрозами

Слабые стороны проекта						
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	-	+	+
	У2	-	+	-	+	+
	У3	+	+	-	+	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 12

Таблица 12 - Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны проекта:</b></p> <p>С1. Высокое качество;</p> <p>С2. Большинство</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Наличие малопродуктивных методов обработки;</p>
--	--	--



	<p>конструкторских размеров выдерживается непосредственно;</p> <p>С3. Безопасность;</p> <p>С4. Функциональные возможности разработки;</p> <p>С5. Невысокие требования</p>	<p>Сл2. Длительность разработки;</p> <p>Сл3. Наличие резьбы, как внешней, так и внутренней;</p> <p>Сл4. Необходимость специального приспособления;</p> <p>Сл5. Узкая направленность</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Низкий уровень конкуренции;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>В3. Совершенствование технологии;</p> <p>В4. Экспорт разработки.</p>	<p>– В1С5;</p> <p>– В2С1С2С3С4С5;</p> <p>– В3С1С2С3С4С5;</p> <p>– В4С1С2С5.</p>	<p>– В1Сл5;</p> <p>– В2Сл3Сл4Сл5;</p> <p>– В3Сл1Сл2Сл3Сл4;</p> <p>– В4Сл5.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на продукт;</p> <p>У2. Появление новых технологий;</p> <p>У3. Прекращение финансирования</p>	<p>– У1С4;</p> <p>– У2С4С5;</p> <p>– У3С2С5.</p>	<p>– У1Сл2Сл4Сл5;</p> <p>– У2Сл2Сл4Сл5;</p> <p>– У3Сл2Сл4Сл5.</p>

В результате SWOT-анализа можно сделать выводы:

1. Для противодействия угрозе У1 следует увеличить функциональные возможности разработки, что также даст возможность на дополнительный спрос продукта.

2. При возникновении угрозы У2 наряду с предъявлением невысоких требований к точности, следует также увеличить функциональные возможности разработки. Данное противодействие даст возможность дополнительного спроса и экспорта разработки. 3. Угрозе У3 противодействовать достаточно

сложно. В нашем случае могут помочь невысокие требования точности, а также непосредственное выдерживание конструкторских размеров.

На основании выводов мы видим, что преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

## 4 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 13.

Таблица 13 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследования	1	Выбор направления исследования и научного руководителя	Исполнитель
	2	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, исполнитель
	3	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
Разработка тех. задания	4	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель
	6	Проектирование модели и проведение расчетов	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, исполнитель
Оформление отчета по работе	8	Выполнение дополнительных разделов ВКР и составление	Руководитель, исполнитель

## 4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения проекта

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

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

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

$t_{mini}$  - Минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{maxi}$  - Максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы чел.-дн.;

Для построения графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта (рисунок 1) длительность каждого из этапов работ в рабочих днях переводится в календарные дни по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{КД},$$

где  $T_{КД}$  - продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{РД}$  - продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{КД}$  - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле

$$K_{КД} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

где  $T_{кал}$  - 365 – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  - 108 – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  - 14 – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле

Значение коэффициента календарности для 2022 года с учетом изменений:

$$K_{КД} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Все найденные значения сводим в таблицу 14

Таблица 14 – Временные показатели выполнения исследования

Вид работы	Исполнители	Трудоёмкость работ			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
		$t_{mini}$ человек о-дни	$t_{maxi}$ человек одни	$t_{ожи}$ человек о-дни		
Выбор направления исследования и научного руководителя	Исполнитель	2	3	2	2	3
Календарное планирование работ по теме	Руководитель , исполнитель	3	6	4	3	5
Выбор алгоритма исследований	Руководитель	1	3	2	2	3
Составление и утверждение тех. задания	Руководитель	10	15	12	12	16
Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	5	8	6	6	8
Проектирование модели и проведение расчетов	Исполнитель	6	20	14	16	21
Оценка результатов исследования	Руководитель , исполнитель	3	5	4	2	3
Выполнение дополнительных разделов ВКР и составление пояснительной записки	Руководите, исполнитель	8	18	12	11	17

На основе таблицы 14 составим календарный план-график выполнения проекта представленный в виде рисунка 24.

Вид работ	Исполнители	Тк раб. дн.	Продолжительность выполнения работ															
			Февраль				Март				Апрель				Май			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Выбор научного руководителя ВКР	Исполнитель	1																
Выбор и утверждение темы	Руководитель	2																
	Исполнитель																	
Постановка цели и задач исследования, актуальность	Руководитель	8																
	Исполнитель																	
Обзор литературы	Исполнитель	16																
Расчетная часть	Руководитель	21																
	Исполнитель																	
Согласование выполненной работы с научным руководителем	Руководитель	8																
	Исполнитель																	
Анализ результатов	Исполнитель	3																
Выполнение дополнительных разделов ВКР (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Исполнитель	7																
Оформление пояснительной записки	Руководитель	10																
	Исполнитель																	

Рисунок 24 – Диаграмма Ганта

После составления календарного плана-графика проведения ВКР определили последовательность и сроки выполнения отдельных работ. Исходя из диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность выполнения проекта составляет 76 дней.

## 5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе рассчитываются следующие статьи расходов:

- Материальные затраты НТИ;

- Расчет амортизационных отчислений;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы.

### 5.1 Расчет амортизационных отчислений

Процесс написания выпускной квалификационной работы согласно плану занимает 76 дней. Для проведения расчетов используется персональный компьютер с первоначальной стоимостью 50000 рублей, срок полезного пользования для офисной техники составляет от 3 до 4 лет. Амортизация программ, используемых для моделирования не вычисляется, так как в целях экономии средств будет использоваться удаленный доступ, содержащий в себе полный пакет программ необходимых для моделирования и проведения расчётных работ.

Норма амортизации оборудования

$$A_H = \frac{1}{T} \cdot 100\%,$$

где T - срок полезного использования оборудования, лет.

Принимаем срок полезного пользования 3 года.

$$A_H = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%$$

Годовая амортизация оборудования:

$$A_T = 50000 \cdot 33,3 = 16500 \text{ руб.}$$

Ежемесячная амортизация оборудования:

$$A_M = \frac{16500}{12} = 1375 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = \frac{1375 \cdot 76}{30} = 3483,33 \text{ руб.}$$

## 5.2 Заработная плата исполнителей

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для доцента (степень – кандидат наук) – 23264 руб., для ассистента (степень отсутствует) – 14584 руб. Исходя из среднего количества рабочих дней в месяце, равным 21, средняя заработная плата руководителя составила 1107,81 руб. в день, а для инженера 694,48 руб. в день. Заработная плата складывается из основной и дополнительной оплаты. Основная заработная плата рассчитывается:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

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

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дни.

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	356	365
Количество нерабочих дней (выходные/ праздничные)	66	118
Потери рабочего времени -отпуск/невыходы по болезни	70	42
Действительный годовой фонд рабочего времени	229	205

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 16

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{ТС}$ , руб.	$K_{пр}$	$K_d$	$K_p$	$T_p$ , раб. дней	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	23264	0,3	0,2	1,3	36	77768,26
Исполнитель	14584	0,3	0,2	1,3	50	67744,80
Итого						<b>145480,06</b>

ТК РФ предусматривает гарантированные дополнительные выплаты для работников за работу условия которой отклоняются от нормальных условий труда.

Рассчитаем их по формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot K_{доп},$$

где  $K_{доп}$  – коэффициент дополнительной з/п (принимаем = 0,12 – 0,15).

Таблица 17 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$K_{доп}$	$Z_{осн}$ , руб.	$Z_{доп}$ , руб.
Руководитель	0,14	7768,26	10887,56
Исполнитель	0,14	67711,80	9479,65
<b>Итого</b>		<b>145480,06</b>	<b>20367,21</b>

### 5.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot k_{внеб}$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды ( $k_{внеб} = 0,302$  (30,2%)).

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	$k_{внеб}$	$Z_{осн}$	$Z_{доп}$	$Z_{внеб}$
Руководитель	0,302	77768,26	10887,56	26774,12
Исполнитель	0,302	67711,80	9479,65	23311,68
<b>Итого</b>				<b>50085,80</b>



## 5.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов.

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{мат}} + Z_{\text{амор}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 = \\ = (1500 + 3483 + 145480 + 20367 + 50085,80) \cdot 0,16 = 43360,13 \text{ руб.}$$

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат. В таблице 19 представлен расчет бюджета научно-исследовательской работы. Общие затраты на реализацию исследования составят 264276,53 рублей.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НИИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1	Материальные затраты НИИ	1500	0,56
2	Амортизационные отчисления	3483,33	1,39
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	145480,06	58,15
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	20367,21	8,14
5	Отчисления во внебюджетные фонды	50085,80	17,96
6	Накладные расходы	43360,13	13,80
7	Бюджет затрат НИИ	264276,53	100

Таким образом, было рассчитано минимальное количество денежных средств, необходимых для проектирования технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипниковая». Полученная сумма составляет 264276,53 рублей. Данная цифра является вполне удовлетворительна и оптимальна. Большая часть затрат приходится на основную заработную плату (58,15 %).

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

### 6.1 Определение сравнительной эффективности проекта

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки находится по формуле:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

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

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

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Так как суммы всех вариантов равны, то интегральные финансовые показатели одинаковые: Для 1-го варианта исполнения:

$$I_{финр}^{исп.1} = I_{финр}^{исп.2} = I_{финр}^{исп.3} = \frac{334\ 881}{334\ 881} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки. Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – балльная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 20.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}$$

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Повышение производительности труда пользователя	0,2	5	4	3
Удобство эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	4
Энергоэкономичность	0,15	4	4	4
Надежность	0,2	5	3	3
Безопасность	0,15	4	3	3
Простота эксплуатации	0,15	4	3	4
ИТОГО	1	4,4	3,5	3,45

$$I_{ucn.i} = \frac{4,4}{1} = 4,4$$

$$I_{ucn.i} = \frac{3,5}{1} = 3,5$$

$$I_{ucn.i} = \frac{3,45}{1} = 3,45$$

Из расчетов видно, что наиболее целесообразный вариант проекта разработки НТИ произведен в первом исполнении.

Сравнительная эффективность проекта (Эср):

Исходя из полученных данных, наиболее эффективным оказалась разработка под исполнением №1.

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,5	3,45
Интегральный показатель эффективности	4,4	3,5	3,45
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,26	0,99	1,28

### Вывод по разделу

В данной главе была определена трудоемкость работ участников и построен линейный график их работ. Продолжительность выполнения работ составила 76 дней. По данному графику можно судить о времени, затраченном на каждый из этапов проекта, вкладе каждого из участников и длительности исполнения работ. В целях экономической оценки проекта составлен сводный сметный расчет, который представляет собой сумму основных и накладных расходов с учетом затрат на осуществление проекта. Согласно, сметы затрат расходы на НИР составляют 264276,53 рублей.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b> 3-4А7Б		<b>ФИО</b> Кашкевич Юрий Юрьевич	
<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение машиностроения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 <i>Машиностроение</i>

Тема ВКР:

<i>Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипниковая»</i>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения</li> </ul>	<i>Объект исследования: деталь «Втулка подшипниковая»</i> <i>Область применения: машиностроительное предприятие.</i> <i>Рабочая зона: лаборатория</i> <i>Размеры помещения 15x16x5 м</i> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны ПВЭМ – 16 шт.</i> <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне проектирование тех. процесса детали «Втулка подшипниковая».</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя</li> <li>- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».</li> <li>- ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	Вредные производственные факторы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отклонение показателей микроклимата</li> <li>- Превышение уровня шума</li> <li>- Повышенный уровень электромагнитного излучения</li> <li>- Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>- Психофизиологические факторы</li> </ul> Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:</b>	<i>Воздействие на литосферу: отходы (отходы, образующиеся при поломке ПК).</i> <i>Воздействие на гидросферу: отсутствует</i> <i>Воздействие на атмосферу: отсутствует</i>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b>	Возможные ЧС: <u>разрушение зданий и сооружений учебного корпуса, аварии в системах жизнеобеспечения</u> Наиболее типичная ЧС <u>может быть пожар в здании</u>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Кашкевич Юрий Юрьевич		

## **7 Социальная ответственность**

Данный раздел посвящен вопросам обеспечения нормативных условий труда при работе в аудитории 16 корпуса НИ ТПУ.

Разработка проекта выполняется инженером-проектировщиком в исследовательской лаборатории на персональном компьютере (ПК) в соответствии с действующими нормативными документами, а также вопросам экологической безопасности и обеспечении безопасности работников при возникновении ЧС. Данная лаборатория эксплуатируется при выполнении практической части выпускной квалификационной работы. Рассмотрение данных вопросов отвечает требованиям, в соответствии с законодательством Российской Федерации к деятельности организаций в области социальной ответственности по тем разделам его модулей, по которым должны быть приняты указанные проектные решения.

При выполнении данной работы рабочими зонами являются: лаборатория на 16 корпус ТПУ, где происходит проектирование технологического процесса изготовления детали «Втулка подшипниковая». Здесь располагается несколько рабочих компьютеров со специализированными программами. Размеры помещения 15x16x5 м.

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

#### **7.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.04.2021) [6] работник аудитории 057, 8 корпуса ТПУ имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;

- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

Защита персональных данных работника также нормируется. Работодатель несет ответственность за нарушение норм, регулирующих обработку и защиту персональных данных работника в соответствии с законодательством РФ.

Виды компенсаций при работе во вредных условиях труда: сокращенная продолжительность рабочего времени, ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск, повышение оплаты труда, досрочное назначение трудовой пенсии. Класс условий труда, при работе на данной установке 1-2, то есть условия труда являются оптимальными, компенсации в данном случае не предусмотрены.

### **7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [7]. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600x1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол (стенд) должен также иметь подставку для ног,

расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем, когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости. Пример правильного расположения работника за ПК.

## 7.2 Производственная безопасность

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 [8]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 21.

Таблица 21 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по испытаниям НПК

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отклонение показателей микроклимата	- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к



Превышение уровня шума	<p>организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.</p>
Недостаточная освещенность рабочей зоны	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	
Психофизиологические факторы	
Повышенный уровень электромагнитного излучения	

### 7.2.2 Отклонение показателей микроклимата

Под микроклиматом понимают качество воздушной среды в рабочей зоне. Эти требования устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения, нормируемые следующими параметрами: температура, оптимальная влажность, скорость движения воздушного потока.

В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [11] показателями, характеризующими микроклимат являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения.

Перечисленные показатели являются определяющими самочувствие рабочего персонала.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 [11] (таблица 21) необходимо поддерживать следующие оптимальные параметры климата, обеспечивающие наибольшую вероятность сохранения здоровья и наибольшую производительность труда.

Таблица 22 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Се-зон года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Теплый	Средней тяжести	20-22	16-27	40-60	<70	0,3	0,2-0,5
Холодный	Средней тяжести	17-19	15-21	40-60	<75	0,2	<0,4

Для обеспечения нормального микроклимата предусматривается, в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания", следующее:

- вентиляция приточно-вытяжная по СанПиН 1.2.3685-21 [11] установка центробежных вентиляторов;
- установка систем местных отсосов по СанПиН 1.2.3685-21 для удаления вредных, пожароопасных и взрывоопасных веществ от мест их образования и выделения;
- установка систем воздушного отопления, совмещённых с вентиляцией;
- герметизация технологического оборудования.

Для поддержания соответствующих микроклиматических параметров используются системы вентиляции и отопления.

Для обеспечения оптимальных микроклиматических параметров и очистки воздуха в помещении применяют систему естественной вентиляции, но для обеспечения наиболее комфортных условий работы в весенне–летнее время года предлагается установка вентиляторов или системы кондиционирования.

Микроклиматические условия находится в допустимых пределах температуры в теплый сезон 16–27 С°, в холодный сезон 15–21 С°.

### **7.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда.

По нормативу СанПиН 1.2.3685-21 [10] освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего оборудования должна быть 300 лк для офисов с ПВЭМ. Для всех рабочих мест внутри помещений и для рабочих мест вне помещений, на которых выполняется конкретная работа, основной нормируемой величиной является освещенность на рабочем месте. Величина нормируемой освещенности зависит, прежде всего, от характера выполняемой работы. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [10]

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90° с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м, защитный угол светильников должен быть не менее 40°. Коэффициент запаса (Кз) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Недостаточное освещение ослабляет внимание, а также способствует быстрой утомляемости. Чрезмерно яркое освещение приводит к ослеплению, раздраженности и рези в глазах. Все эти причины могут привести к ухудшению зрения [9].

### **7.2.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека**

Поражение человека током может произойти в следующих случаях: при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ; при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции; при соприкосновении с полом и стенами,

оказавшимися под напряжением; при возникновении короткого замыкания в трансформаторе.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются: изолирование токоведущих частей, исключаящее возможное соприкосновение с ними; установки защитного заземления; наличие общего рубильника; своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки, не должны превышать значений, приведенных в табл. 23 [18].

Таблица 23 – Предельно допустимые значения напряжения соприкосновения и силы тока

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значения	
	Uпр, В	Iп, мА
Переменный, 50Гц	2	0,3
Переменный, 400Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

Для защиты от поражения электрическим током при замыкании на корпус применяются меры, которые называют защитными мероприятиями электробезопасности. К защитным мерам можно отнести: заземление, зануление, защитное отключение [18].

### **7.2.5 Повышенный уровень электромагнитных полей**

Основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов при разработке стенда для испытаний является электронно-вычислительная техника, поскольку есть возможность поражения электрическим током. Такое оборудование может привести к возникновению статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке согласно СанПиН 1.2.3685-21 [11].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 057, 8 корпуса ТПУ, создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [11], представленных в таблице 24:

Таблица 24 – допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля	не регламентируется при < 20 кВ/м	15 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП в аудитории 057, 8 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 3 соответствуют нормам.

### 7.2.6 Психофизиологические факторы

Наиболее эффективные средства предупреждения утомления при работе на производстве - это средства, нормализующие активную трудовую деятельность человека. На фоне нормального протекания производственных процессов одним из важных физиологических мероприятий против утомления является правильный режим труда и отдыха СП 2.4.3648-20 [11].

Основные меры по уменьшению влияния монотонности и эмоциональной напряженности на человека:

- Осуществлять перевод работающих с одной на другую производственную операцию;

- Применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня (рабочей смены): назначать короткие дополнительные перерывы для отдыха всей смены (бригады) или отдельного работающего в удобное для него время. Целесообразны частые, но короткие перерывы;

- Делать каждую операцию более содержательности, объединять малосодержательные операции в более сложные, содержательные и разнообразные; операция должна быть продолжительностью не менее 30 секунд; состоять из элементов, позволяющих чередовать нагрузки на различные органы чувств и части тела.

### **7.2.7 Повышенный уровень шума**

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания приводит к неблагоприятным для организма последствиям. Шум создает значительные нагрузки на нервную систему человека, оказывает на него психологическое воздействие [14]. Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения от ЭВМ. Уровень шума колеблется от 20 до 30 дБА. Согласно Санитарным нормам и правилам по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий [14], при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Следовательно, можно считать, что рабочее место соответствует указанным нормам.

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма [14]. Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда,

появление шумовой патологии. Предельно допустимые уровни шума для объектов типа аудитории для теоретических разработок нормируются согласно Санитарным нормам и правилам по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий. Значения представлены в табл. 25 (для постоянных шумов).

Таблица 25 – Значения ПДУ шума

Рабочее место	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Меры снижения шума на рабочем месте. Один из способов снизить шум на рабочем месте, можно с помощью уменьшение шума в источнике. Рекомендуется такое мероприятие, как использование наименее шумного оборудования. В частности, установку вентиляторов меньшей мощности, удовлетворяющих условиям работы оборудования.

В данной работе уровень шума на рабочем месте соответствует указанным нормам.

### 7.3 Экологическая безопасность

Работы не окажут влияния на жилые районы, водный круг и атмосфера. На данном рабочем месте выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, а именно воздействие отходов на литосферу из-за выхода из строя компьютерной и офисной техники.

Литосфера: Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. [10] Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить

специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов. В ходе деятельности организация также создаёт бытовой мусор (канцелярские, пищевые отходы, искусственные источники освещения), который должен быть утилизирован в соответствии с определенным классом опасности или переработан, чтобы не оказывать негативное влияние на состояние литосферы

## **8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Основную опасность представляет возгорание. Пожар в рабочем помещении может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера

К причинам неэлектрического характера относятся халатное и неосторожное обращение с огнём (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов).

К причинам электрического характера относятся:

- короткое замыкание;
- перегрузка проводов;
- искрение;
- статическое электричество.

Пожарная опасность при перегрузках – чрезмерное нагревание отдельных элементов, которое может происходить при ошибках проектирования в случае длительного прохождения тока, превышающего номинальное значение.



## **8.1 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

Помещение по степени пожароопасности относится к классу В-4.

В качестве превентивных мер по предотвращению пожаров в помещении используются такие меры как: не менее одного раза за полгода необходимо проводить со всеми работниками противопожарный инструктаж; необходимо проводить обучение всех работников правилам противопожарной безопасности; внедрение инструктивных материалов наглядной агитации, регламентов и норм ведения технологического процесса в помещении; необходимо устраивать противоаварийные работы с распределением выполнения работ при аварийных ситуациях [11].

В рассматриваемой рабочей зоне (открытое распределительное устройство), для увеличения противопожарной устойчивости: периодический осмотр состояния оборудования, при необходимости вывод его в ремонт; содержание в исправном состоянии токоведущих проводников, обеспечение беспрепятственного подхода, подъезда и отхода от оборудования; благоустройство территории открытого распределительного устройства, скашивание травы.

В помещениях для оповещения рабочего персонала о наличии ЧС предусмотрено звуковое оповещение, происходящее при срабатывании датчиков на задымление в помещениях.

Для локализации или ликвидации возгорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м.

Важную роль при возникновении ЧС играет успешная эвакуация людей. Для того чтобы чётко обозначить пути эвакуации, эвакуационные выходы, обеспечивающие безопасность процесса организованного самостоятельного движения людей из помещений, а также указать расположение пожарного оборудования и средств оповещения о пожаре и напомнить о первоочередных действиях при пожаре применяется план эвакуации.

### **Вывод**

В данном разделе были рассмотрены вопросы, которые обуславливают социальную ответственность работника НИ ТПУ работающих в лаборатории.

Выявленные опасные и вредные факторы, влияющие на окружающую среду и человека такие как: поражение электрическим током, отклонение показателей микроклимата, недостаток освещения. Каждый фактор нормируется согласно требованиям ГОСТ и СНиП.

Согласно ПУЭ [12] по электробезопасности помещение 8 корпуса ТПУ относится к 1 классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°С, с влажностью 40-50%).

Согласно по «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» [13] группа персонала по электробезопасности относится к 3 группе. Владелец третьей группы, т.е. научный руководитель, инструктирует студента, т.е. выступает в качестве административно-технического персонала.

Согласно по СанПиН 1.2.3685-21 [11] категория тяжести труда относится к 1б, т.к. физические работы выполняются с низкой интенсивностью

энергозатрат, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением

Согласно СП 12.13130.2009 [20] категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Г, т.к. макетные образцы за счет подачи высокого напряжения нагреваются до горячего состояния, после чего производится выделение лучистого тепла.

## Список используемых источников

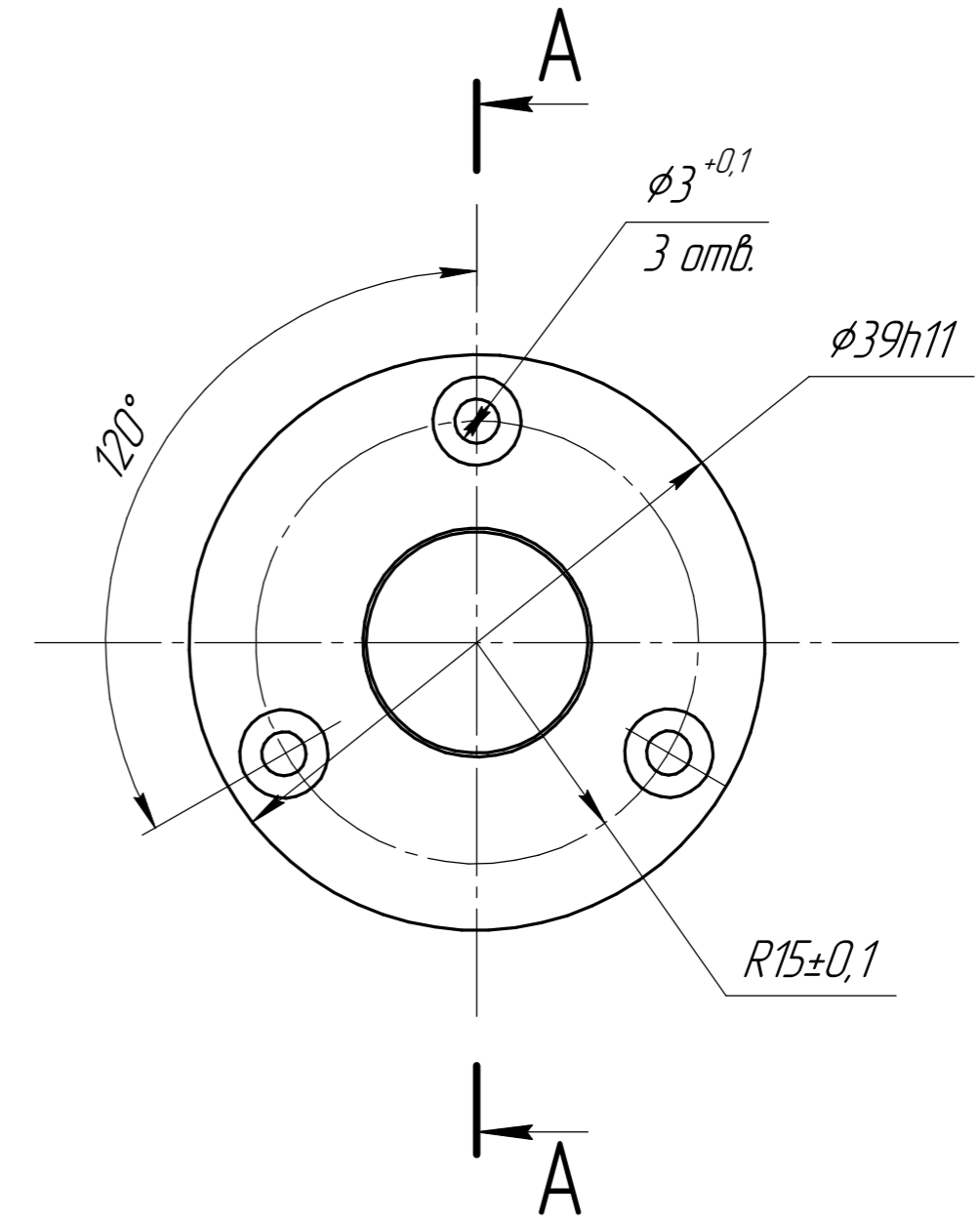
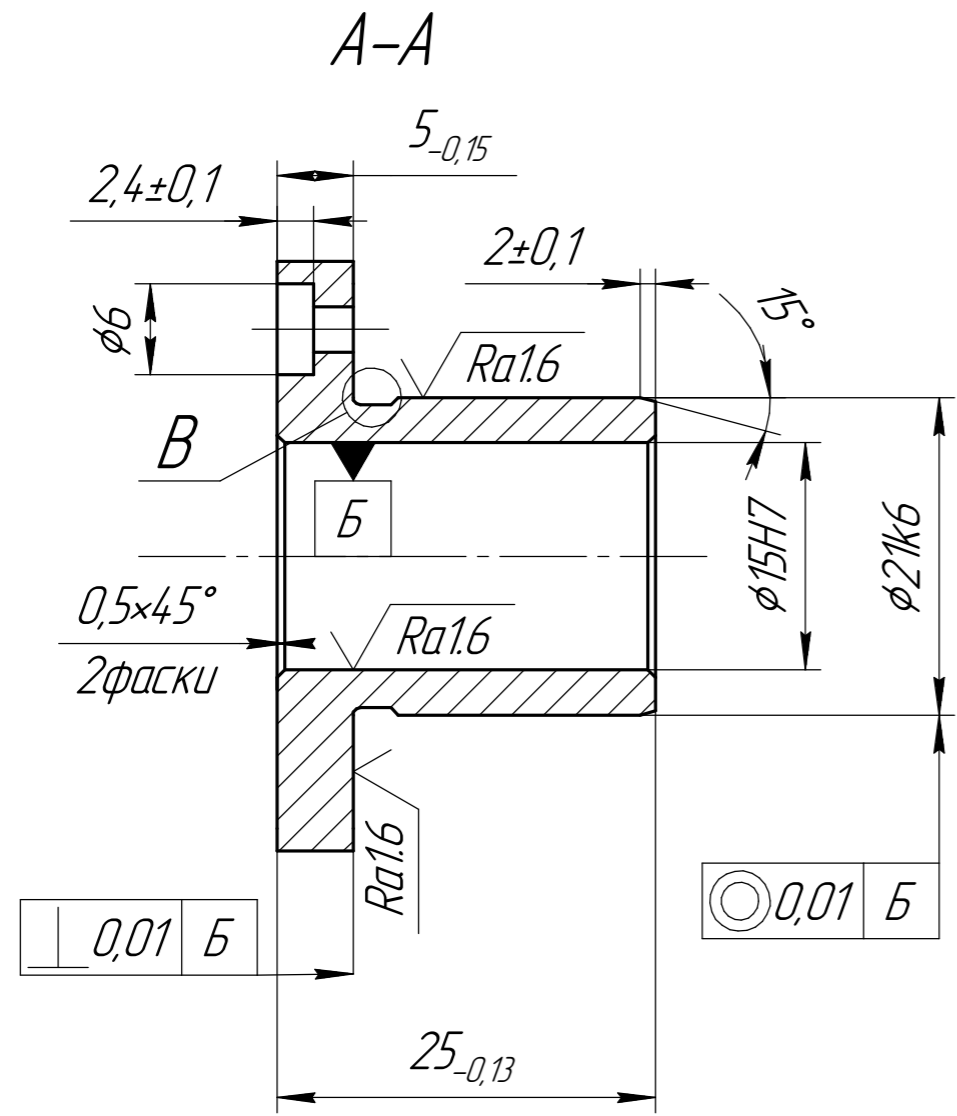
1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов.-Минск: Высшая школа,.
2. Обработка металлов резанием Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1
3. Справочник технолога машиностроителя .В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, преработанное и доп.- машиностроение, 1985,496 с.,илл
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие . Томск изд ТПУ 2006,100с.
5. Аверьянов И.Н, Болотейн А.Н., Прокофьев М.А. Проектирование и расчет станочных и контрольно – измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах. Учебное пособие. Рыбинск 2010, 220с.
6. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с .: илл
7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.04.2021)
8. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
9. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
10. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

11. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
12. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
13. Дашковский А.Г. Расчет устройства защитного заземления. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Электробезопасность» для студентов всех специальностей ЭЛТИ. Томск, изд. ТПУ, 2010. – 8 с.
14. Санитарные нормы и правила по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий.
15. ГОСТ Р 53692-2009. Ресурсосбережение. Обращение с отходами.
16. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.12.2020 № 2314. «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде»
17. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.
18. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»
19. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

**Приложение А**  
**Графическая часть ВКР**

ИШНПТ-4А7505.00.00.01

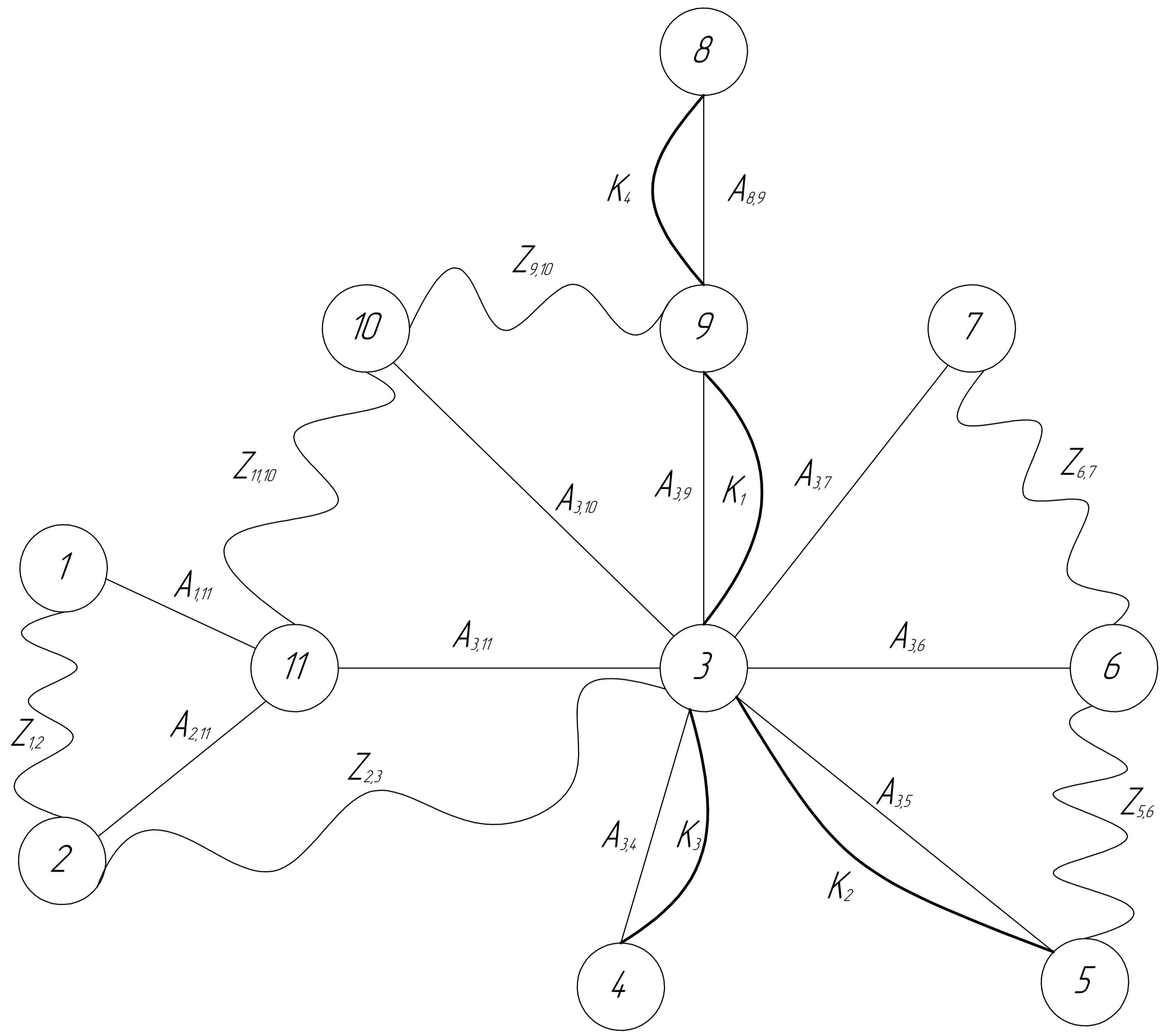
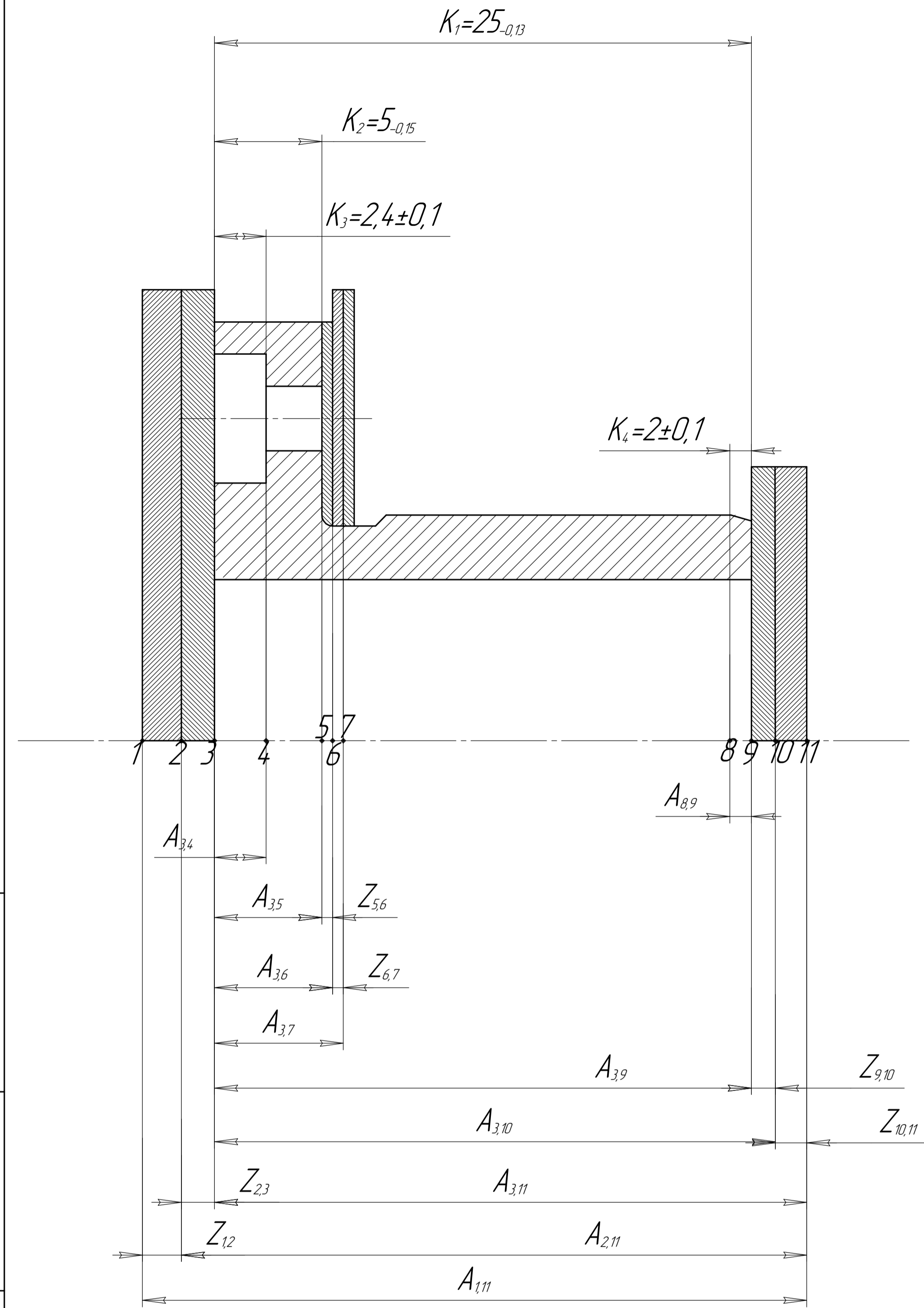
√ Ra6.3 (√)



1. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий -H14, валов-h14, остальных -it14/2.
2. Острые кромки притупить R0,5мм.
3. Цементировать на глубину 0,8...1,2мм и калить HRC3 56..61.

Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инв. № д.ц.д.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

				<b>ИШНПТ-4А7505.00.00.01</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Втулка подшипниковая</b>	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Кашкевич Ю.Ю.					0,07	1:1
Пров.		Крациньш Д.П.				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.					<b>Сталь 20Х ГОСТ 4543-2016</b>			
Утв.					<b>НИ ТПУ ИШНПТ гр 3-4А75</b>			
<i>Копировал</i>						<i>Формат А3</i>		

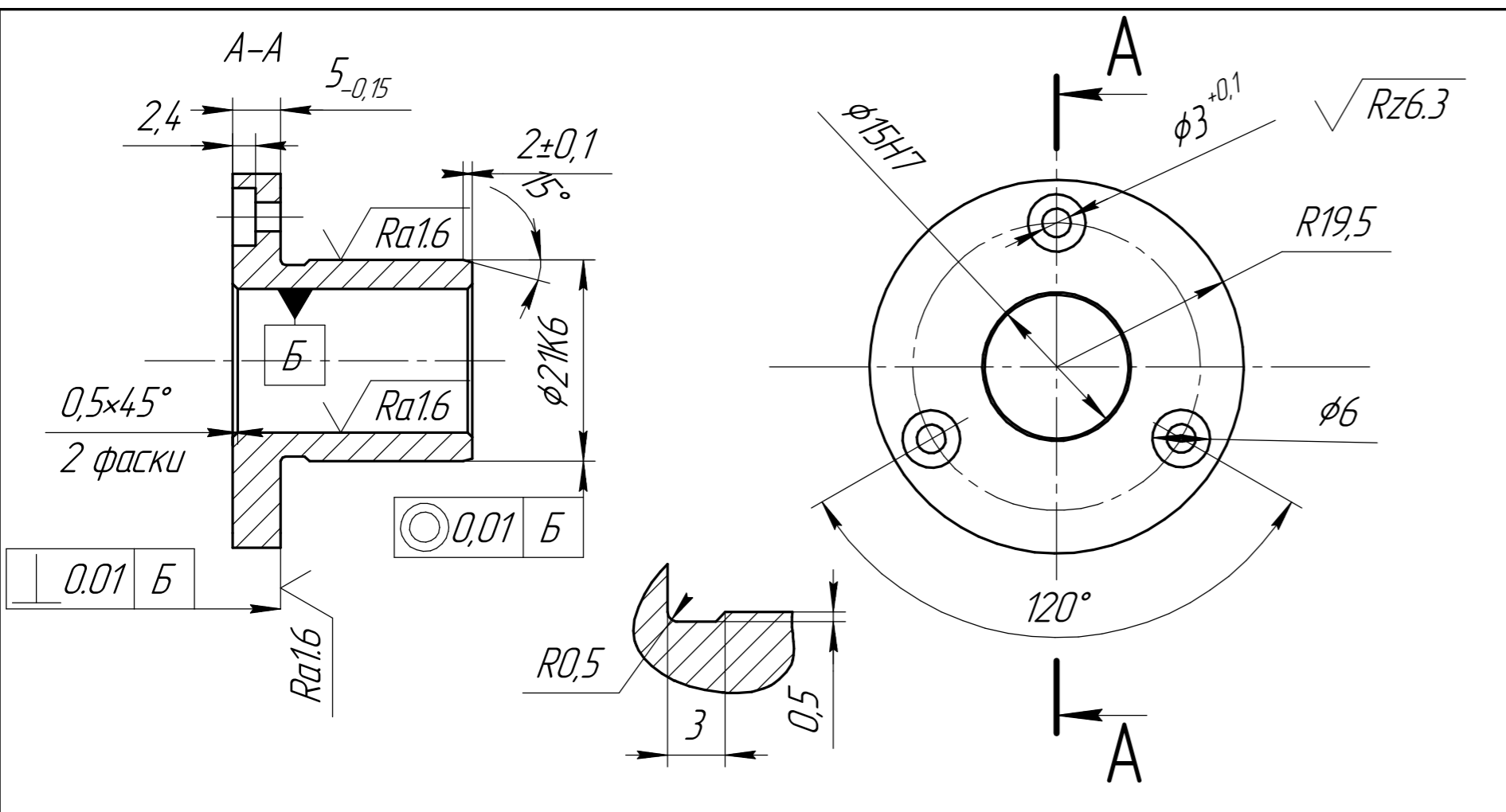


Лист 1 из 1  
 Вид № 1  
 Вид № 2  
 Вид № 3  
 Вид № 4  
 Вид № 5  
 Вид № 6  
 Вид № 7  
 Вид № 8  
 Вид № 9  
 Вид № 10  
 Вид № 11

				ИШНПТ-4А7505.002		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ	
Разраб.	Кашкевич Ю.В.					
Проб.	Красильни Д.П.					
Т.контр.						
Исполн.					Лист	Листов
Утв.					НИ ТПУ ИШНПТ зр 3-4А75	
				Копирован Формат А1		



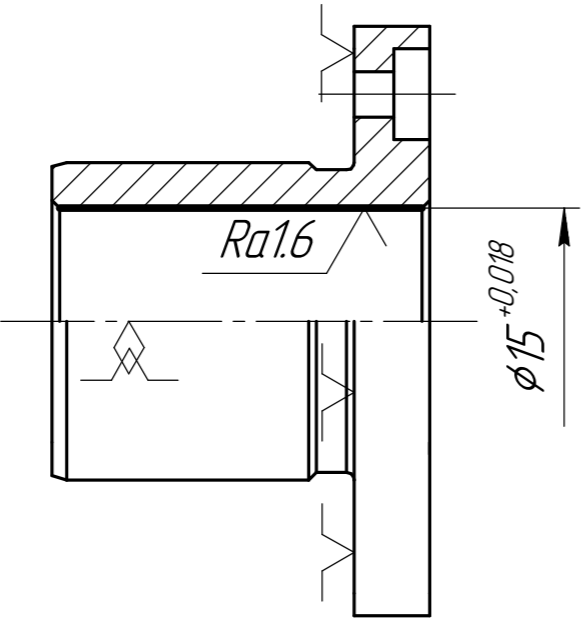
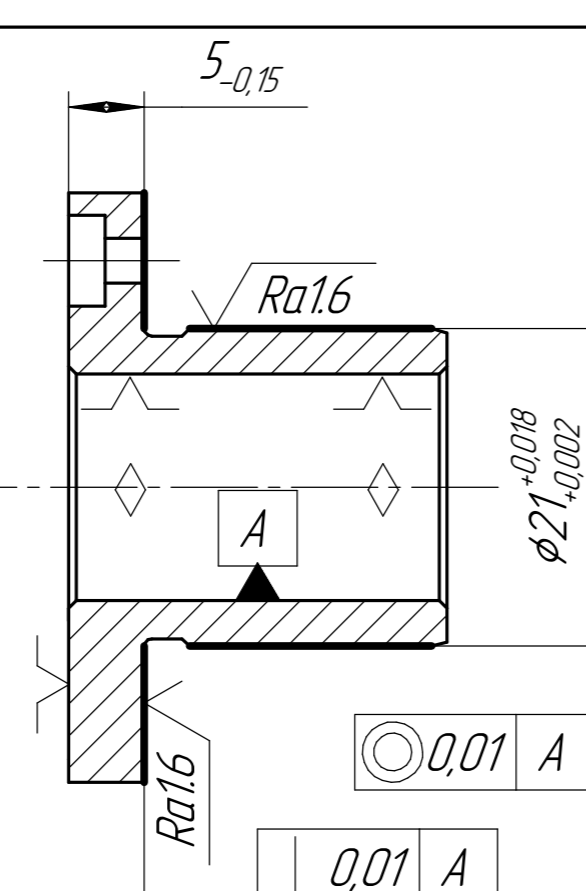
Имя, № подразделения, Место и дата, Вид, № документа, Изменения, Ссылка на стандарт, Номер документа

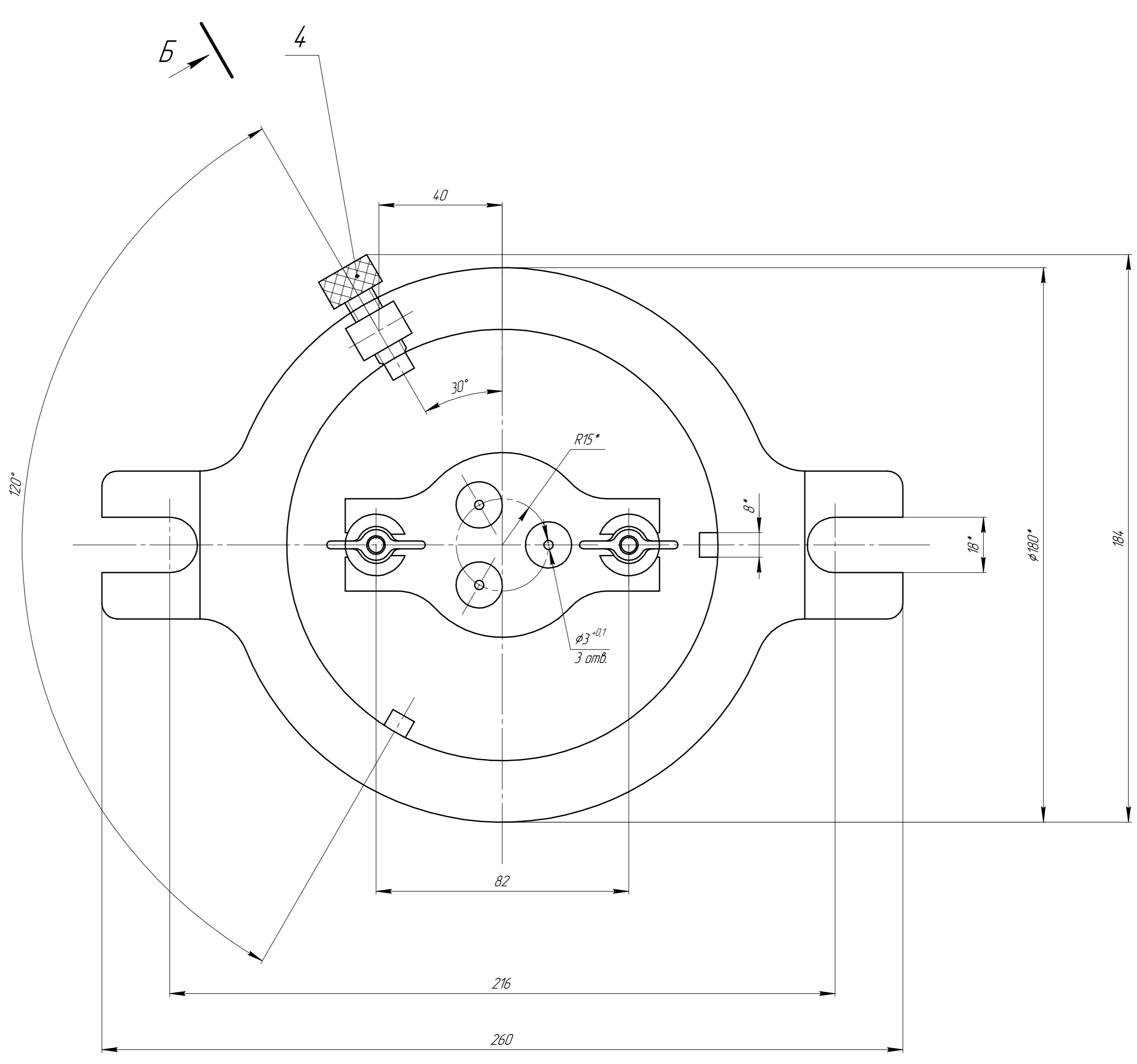
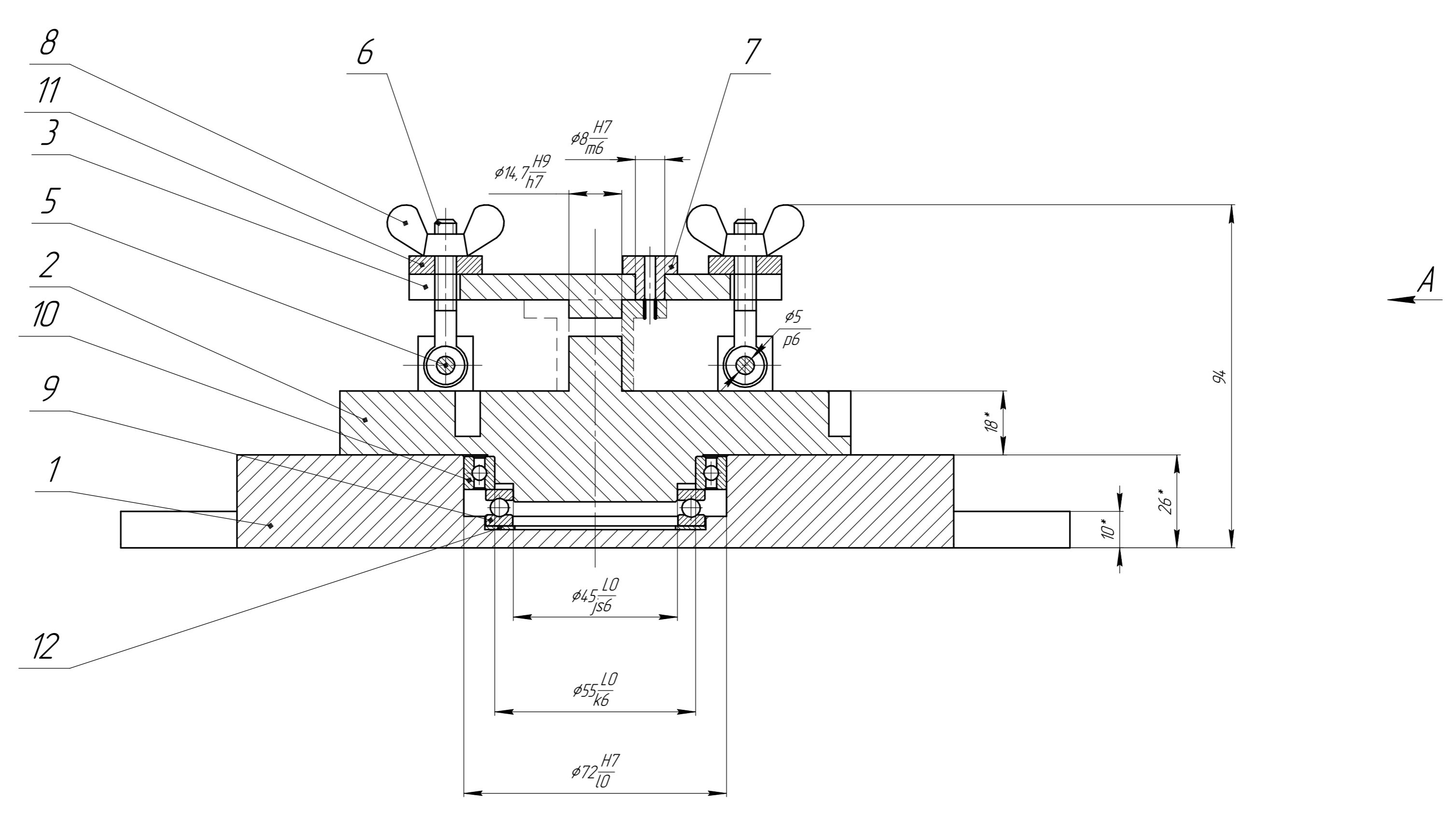


Национальный исследовательский Томский политехнический университет										ОМ ИШНПТ		
Карта технологического процесса												
Материал		Код ед. величины		Масса детали, кг		Заготовка						
Наименование, марка						Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг			
СТАЛЬ 20Х						Прокат	Втулка	6200				

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одноразовых деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени					Разряд работы			
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	T <sub>0</sub>	T <sub>6c</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шт.к</sub>				
005	1, 2	Заготовительная Выдвинуть труду до упора и закрепить Отрезать заготовку, выдержав размер 30±1,3		Механическая ножовка тип 072	Тусы	Ножовочное полотно 450x32x1,6x4 Р6М5		1	1	42	42	42	-	100	-	45	1,22	0,36	1,58	1,74	1,77	3	
010	1-5	Токарная с ЧПУ 1 подрезать торец в размер 26 <sub>-0,13</sub> мм 2 центровать торец φ2,5 мм 3 сверлить сквозное отверстие φ13 <sub>-0,18</sub> мм 4 точить φ39 <sub>-0,16</sub> на длину 10 мм 5 выполнить фаску 15x45°		Токарный с ЧПУ challenger lt 52	Трёхлучевой гидравлический патрон N208A5 AUTOSTRONG	Резец Sandvik MNLNR 16 40 пластина CG 3210, Резец Sandvik QS-PD/INR 12 4C пластина MF 2015 Сверло центровочное 2317-0133 ГОСТ 14-952-75, Сверло Р6М5 2300-2500 ГОСТ 10902-77 Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-89, Микрометр гладкий 0-25 ГОСТ 6507-90 Диаметр 10-18 ГОСТ 9244-75	1	1	2	2,5	4	1,75	0,05	0,3	1528	12	2216	1,96	0,44	2,4	2,7	2,75	5
015	1-5	Токарная с ЧПУ 1 подрезать торец в размер 25 <sub>-0,13</sub> мм 2 расточить на проход φ14,7 <sub>+0,052</sub> мм 3 снять фаску 0,5x45° 4 точить φ21,65 <sub>-0,062</sub> на длину 19,8 мм выдерживая размер 5,2 <sub>-0,075</sub> 5 выполнить фаску 15° с φ20,46		Токарный с ЧПУ challenger lt 52	Трёхлучевой гидравлический патрон N208A5 AUTOSTRONG	Резец Sandvik MNLNR 16 40 пластина CG 3210, Резец Sandvik QS-PD/INR 12 4C пластина MF 2015 Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-89, Микрометр гладкий 0-25 ГОСТ 6507-90 Диаметр 10-18 ГОСТ 9244-75	1	1	1	14,7	0,5	0,5	0,08	0,08	4860	224,5	224,5	0,87	0,44	1,31	1,54	1,58	5

ИШНПТ-4А 7605.003		
Изм./Лист	№ док.	Подп. Дата
Разраб.	Корректир.	
Проб.	Корректир.	
Т.контр.		
И.контр.		
Этб.		
Операционная карта		Лит. Масса Масштаб
		1:1
Лист 1 из 2		
НИ ТПУ ИШНПТ гр 3-4А 7Б		
Формат А1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	020	Вертикально сверлильная 1 1 сверлить три отверстия $\phi 3$ по кондуктору 2 2 цековать при отверстия $\phi 6$ на глубину 2,4		Станок сверлильный 2Н118 Кондуктор, Патрон 4-1-В10 ГОСТ 15935-88 Оправка для сверлильных патронов 6039-0003 ГОСТ 2682-86 Сверло Р6М5 2300-0155 ГОСТ 10902-77 Цековка 2350-0642 ГОСТ 26258 - 87 Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-89 Калибр-пробка 8133-0070 Н12 ГОСТ 16778-93					1	1	3	5	1,5	0,1		2800	26,4	0,68	0,13	0,81	0,82	0,866	3
	025	Промывочная		Геизер АПУ 500													10	0,02		10,3	10,34	3	
	030	Контрольная																					
	035	Химико термическая 1 цементировать и калить до 37...39 HRC		Печь СШО-6.6/10И2													5	0,02		5,12	5,12	4	
	040	Пескоструйная																					
	045	Внутришлифовальная 1 Шлифовать $\phi 15^{+0,018}$		Станок 3К225А трекхулачковый самоцентрирующийся патрон 1 13х16х4 25А 40М С1 7 К 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83 Калибр-пробка 8133-0929 Н7 ГОСТ 14810-69				1	120	15	25	0,0025	6		1061	13,8	0,47	0,73	1,2	1,54	1,58	5	
	050	Круглошлифовальная 1 Шлифовать $\phi 21^{+0,018}$ выдерживая размер $5_{-0,15}$ , технические требования по эскизу		Станок 3М131 Трекхулачковый самоцентрирующийся патрон Оправка 7110-0446-15 Н7 ГОСТ 311066.03-97 1 600х63х305 25А 40М С1 7 К 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83 Калибр-скода 8113-0113 К6 ГОСТ 18360-93				1	65	21	20	0,01	10		454,5	3,3	0,15	0,85	1	1,34	1,38	5	
	055	Контрольная																					
	060	Консервация																					



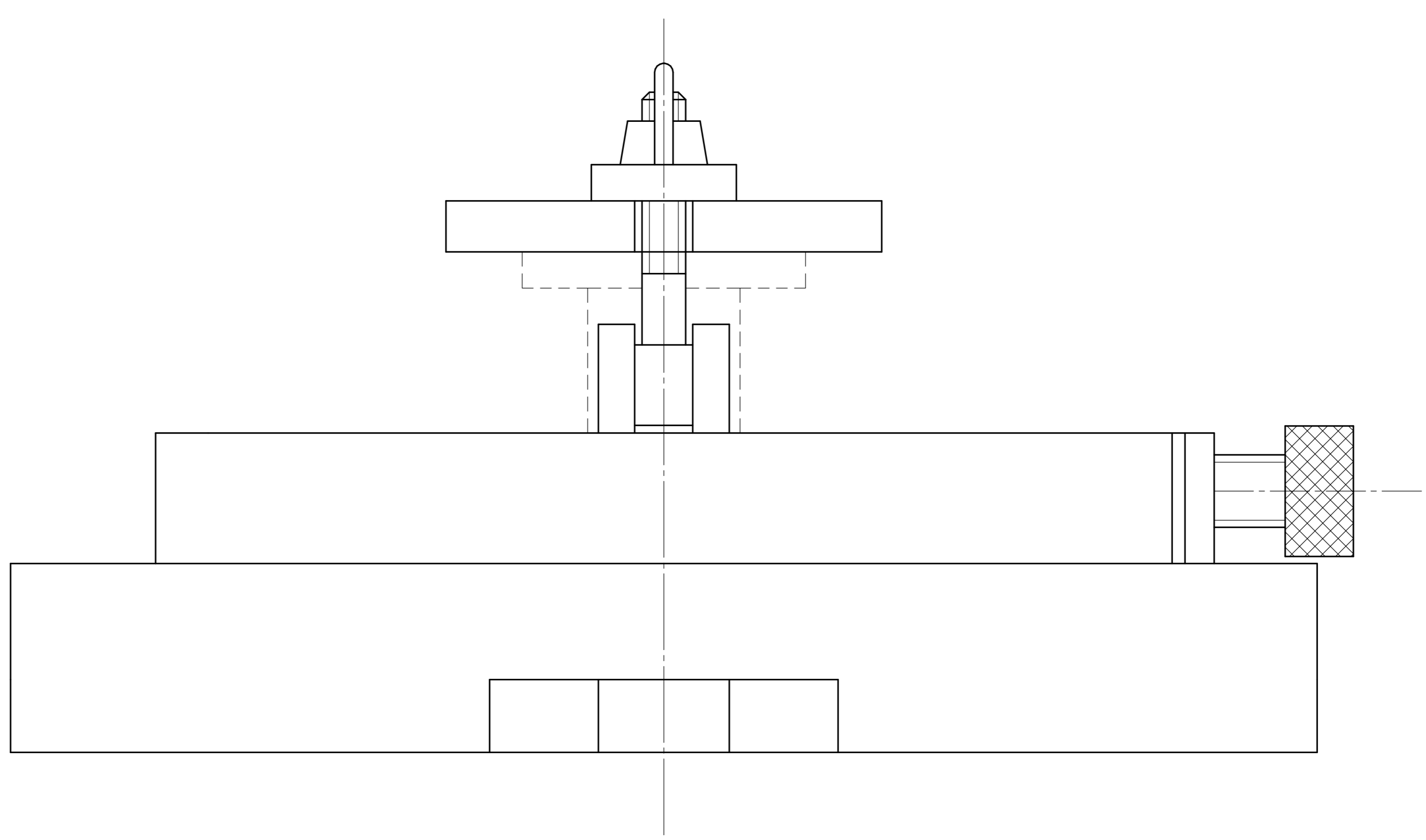
Технические характеристики:  
 1 \* Размеры для справок  
 2 Угол подарота 120°  
 3 Сила прижатия 170 Н  
 4 Диаметр обрабатываемых отверстий 3

Технические требования:  
 1. Подвижные соединения смазать Литол 24 ГОСТ 21150-87  
 2. Подвижные соединения должны перемещаться плавно, без люфтов и заеданий  
 3. Не рабочие поверхности красить эмаль ПФ-115 цвет серый RAL 7000  
 4. Между деталями 1 и 2 обеспечить гарантированный зазор 0,2-0,3 мм с помощью шайб регулировочных позиция 12  
 5. Маркировать

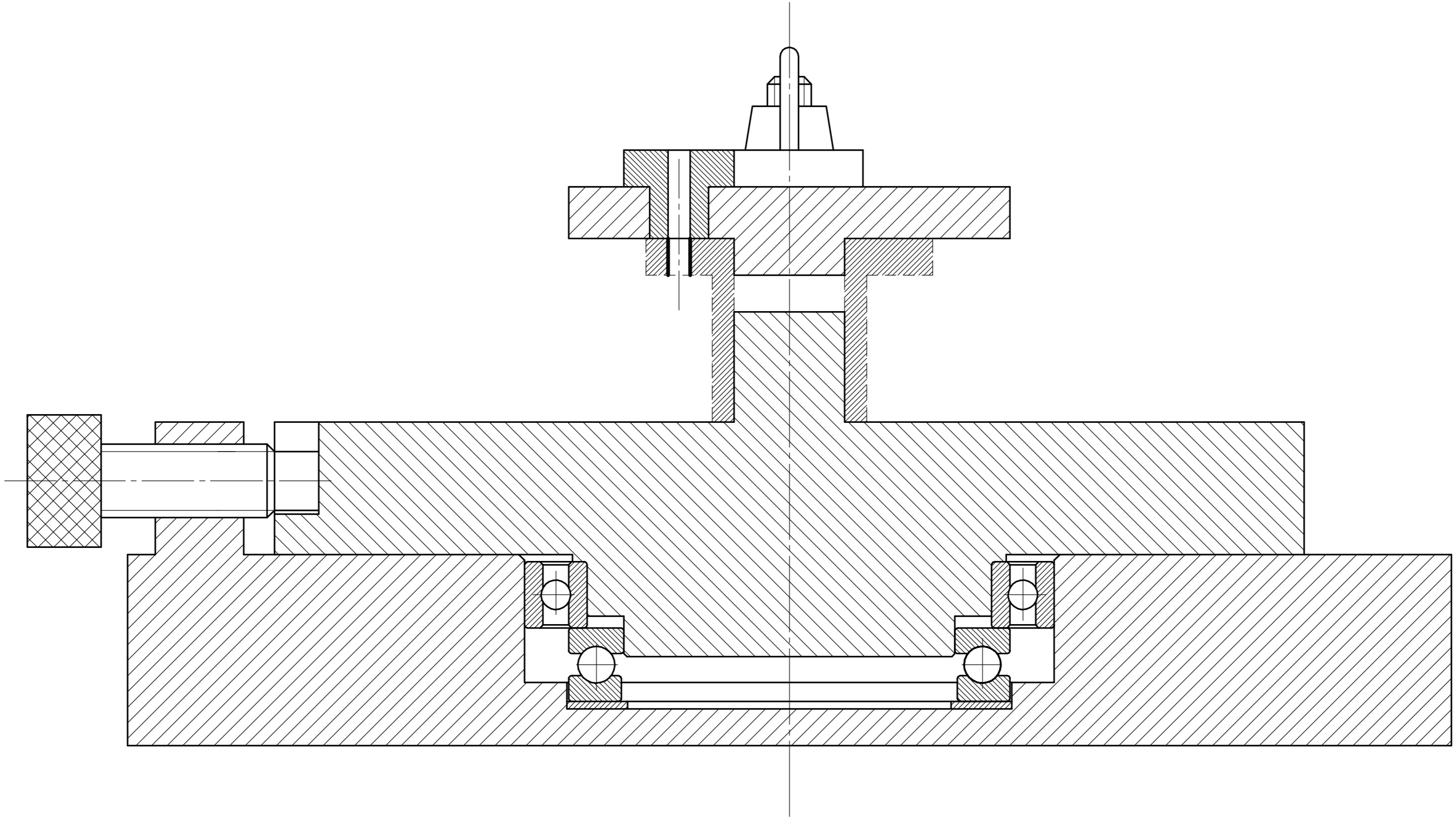
Изд. №	Лист №	Взам. инв. №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №

ИШНПТ-4А 7Б05.00.00 СБ			Лит	Масса	Масштаб
Кондуктор для сверления 3 отверстий			8,83	1:1	
Лист 1   Листов 2			НИ ТПУ ИШНПТ гр. 3-4А7Б		
Копировал			Формат А1		

A(2:1)



Б-Б(2:1)



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1				Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	ИШНПТ-4А 7Б05.00.01	Основание	1	
		2	ИШНПТ-4А 7Б05.00.02	Поворотная плита	1	
		3	ИШНПТ-4А 7Б05.00.03	Кондукторная плита	1	
		4	ИШНПТ-4А 7Б05.00.04	Винт фиксирующий	1	
		5	ИШНПТ-4А 7Б05.00.05	Палец	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		4		Болт В.М6-6d×32.36.С.016 ГОСТ 3033-79	2	
		7		Втулка 7051-114 7 т6 ГОСТ 18430-73	3	
		8		Гайка М6-6Н.6 ГОСТ 3032-76	2	
		9		Подшипник 1008909 ГОСТ 7872-89	1	
		10		Подшипник 1000811 ГОСТ 8338-75	1	
<b>ИШНПТ-4А 7Б05.00.00 СБ</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Кашкевич Ю.Ю.				Лит.	Лист
Пров.	Крауценьш Д.П.					1
Н.контр.					НИ ПТУ ИШНПТ	
Утв.					гр.3-4А 7Б	
<b>Кондуктор для сверления отверстий</b>						

Интв. № подл.	Подп. и дата.	Взам. инв. №	Интв. № дцкл.	Подп. и дата.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		11		Шайба 7019-0439 ГОСТ 4087-69	1	
		12		Шайбы регулировочные ОСТ 92 8380-73	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-4А 7505.00.00 СБ	Лист 2
------	------	----------	-------	------	------------------------	-----------