

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ НЕСУЩЕЙ РАМЫ И ПРИВОДА ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СТОЛА С ИЗМЕНЯЕМОЙ ВЫСОТОЙ РАБОЧЕЙ ПЛОСКОСТИ

УДК 684.44-182.7-056.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Колдунов Иван Леонидович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОМ ИШНПТ	Буханченко С.Е.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП	Маланина В.А.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООД ШБИП	Черемискина М.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ОПП

15.03.01 «Машиностроение», бакалавриат

	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности,

	основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Специализация 2 (Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств)	
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

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

Школа	Новых производственных технологий
Направление подготовки	15.03.01 Машиностроение
Отделение школы	Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефременков Е.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А7В	Колдунов Иван Леонидович

Тема работы:

Разработка конструкции несущей рамы и привода вертикального перемещения для стола с изменяемой высотой рабочей плоскости
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 21.04.21 г. №111-35/с
---	--------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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)</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Установка должна иметь грузоподъемность не менее 200 кг2. Установка должна иметь скорость подъема не менее 3,5 см/с3. Установка должна не менее 20000 циклов «Подъем-Опускание»4. Потребляемая мощность должна быть не более 0,5 кВт.
---	---

<i>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>	
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор; 2. Разработка принципиальной кинематической схемы комплекса. 3. Создание модели конструкции; 4. Подбор комплектующих и материалов к изделию; 5. Разработка технологического процесса изготовления детали
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сборочный чертеж общего вида устройства 2. Кинематическая схема устройства
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна, ассистент, Отделение общетехнических дисциплин
Финансовый менеджмент	Маланина Вероника Анатольевна, доцент, Отделение социально-гуманитарных наук

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	21.09.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Буханченко С.Е.	к.т.н.		21.09.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Колдунов Иван Леонидович		21.09.2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, содержащую 110 страниц, включает 19 рисунков, 15 таблиц, 3 приложения.

Ключевые слова: регулируемый стол, винтовая передача, червячная передача, рабочее место, ножка стола.

Объектом проектирования является механизм вертикального перемещения рабочей поверхности стола.

Цель работы – разработка конструкции механизма вертикального перемещения.

В процессе выпускной квалификационной работы разработан механизм вертикального перемещения. Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013. При создании электронных моделей использовался программный продукт «SolidWorks 2020». При создании схем использовался продукт компании «Аскон» «КОМПАС -3D V17».

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе используются следующие термины с соответствующими определениями:

– Двигатель – устройство, преобразующее какой-либо вид энергии в механическую работу.

– Привод (он же силовой привод) – совокупность устройств, предназначенных для приведения в действие машин и механизмов (или их частей). Является тем, что выполняет работу по превращению одного типа энергии в другой и передаёт эту энергию исполнительному механизму. То, что приводит исполнительный механизм в движение, представляет собой своего рода «вставку» между приводным двигателем и нагрузкой (машиной или механизмом, движителем) и выполняет те же функции, что и механическая передача. Подсистемы привода: система управления, двигатель, трансмиссия. Различают привод групповой (для нескольких машин) и индивидуальный.

– Электрический привод – управляемая электромеханическая система, предназначенная для преобразования электрической энергии в механическую и обратно и управления этим процессом.

– Мускульный привод – приводимый в действие мускульной силой человека.

РЕФЕРАТ	6
ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ	13
1.1. Выдвижные механизмы вертикального перемещения	13
1.2. Пространственные (рычажные) механизмы с линейным приводом	17
1.3. Привод* механизмов	18
1.4. Общий обзор приведенных кинематических схем.....	19
1.5. Классификация механизмов вертикального перемещения	20
1.6. Управление	24
Выводы по разделу 1	25
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	26
Техническое задание.....	26
2.1. Разработка принципиальной кинематической схемы ножки	29
2.2. Конструкторские расчеты	31
2.3. Разработка конструкции.....	33
Заключение раздела 2	37
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	38
Задание для раздела	38
Введение в раздел 3	38
3.1. Анализ технологичности детали	39
3.2. Выбор вида и способа получения заготовки.....	39
3.3. Составление технологического маршрута обработки детали.....	39
3.4. Расчет необходимых припусков на механическую обработку	42

3.5. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания	43
3.6. Выбор оборудования	46
3.7. Расчет усилия зажима приспособления.....	47
Заключение раздела 3	48
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	49
Задание для раздела	49
Введение в раздел 4	51
4.1. Концепция проекта	52
4.2. Выполнение SWOT-анализа проекта.....	56
4.3. Планирование проекта.....	62
4.4. Оценка рисков проекта.....	64
4.5. Составление бюджета проекта	69
4.6. Оценка эффективности проекта	76
Заключение раздела 4	78
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	79
Задание для раздела	79
Введение в раздел 5	81
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	82
5.2. Производственная безопасность	86
5.3. Экологическая безопасность	89
5.4. Безопасность в ЧС.....	90
Заключение раздела 5	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	93

Приложение А – Обзор прототипов	97
Приложение Б – Сборочный чертеж изделия	102
Приложение В – Чертеж детали «Винт ходовой»	103

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность:

Существует немало направлений деятельности, где приходится выполнять разные виды работы, чередуя их друг с другом. Специалисты, которые постоянно переключаются между различными видами работы, могут регулировать положение стола, чтобы всегда занимать комфортное положение. То же относится и к рабочим местам, где разные люди последовательно сменяют друг друга, каждый подстраивает положение стола под себя.

Применяют регулируемую мебель и в мастерских, и во многих организациях. Фрилансеры, работники творческих направлений, офисные сотрудники по работе с документами – все трудятся эффективнее, имея возможность настраивать рабочее место под себя. Причём актуально это и тогда, когда в процессе используется оборудование вроде компьютера, и когда такого оборудования нет.

Специально для этого в конструкцию стола внедряют электроприводы и другие аксессуары, которые упрощают регулировку столешницы.

Когда нет чрезмерной нагрузки, настраивание не портится, а работоспособность не падает. Благодаря столу с регулировкой высоты вы сможете избежать «профессиональных» патологий и сохраните здоровье, даже трудясь пять или шесть дней в неделю в течение полной рабочей смены. Ведь оптимизация самого трудового процесса – не единственное, что необходимо. Важно следить и за удобством рабочего места.

Проблема: Регулируемый стол полезен для здоровья человека, но стоит дороже (себестоимость часа работы за ним), чем занятие в спортивном зале.

Противоречия:

1. Между 20 % добавкой к стоимости изделия транспортных расходов и стремлением снизить стоимость для конечного потребителя – следовательно нужно меньше килограммов пересылать (доставка 1 кг

груза размерами 50x10x10 см из Томска в Москву компанией СДЭК – получил 970 рублей)

2. Между ценностью функции трансформации и переплатой за эту функцию по сравнению со стоимостью классического стола (не трансформируемого).

Объект: Оптимизация конструкции под технологию 3d печати.

Предмет: Конструкция несущей рамы и привода вертикального перемещения для стола с изменяемой высотой рабочей плоскости.

Цель работы: Снижение стоимости конструкции стола с регулируемой высотой рабочей поверхности за счет применения технологии 3d печати – производство не полностью готовых изделий, а частично изготавливаемых покупателем по электронным моделям.

Задачи работы:

1. Провести аналитический обзор конструкций.
2. Разработать конструкцию проекта.
3. Создать технологический маршрут изготовления для одной из деталей конструкции.
4. Разработать раздел по социальной ответственности проекта.
5. Разработать раздел по экономической части проекта.

Научная новизна работы:

– Разработан классификатор конструкций механизмов регулировки высоты рабочей плоскости столов

Практическая значимость работы:

– Разработанная конструкция стола с регулируемой высотой рабочей плоскости более технологичная, по сравнению с существующими аналогами, и, как следствие, имеет более низкую себестоимость. Поэтому доступна для более широкого круга потребителей.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ

1.1. Выдвижные механизмы вертикального перемещения

Наиболее часто встречаются конструкции, в основе которых лежит винтовой домкрат. Винтовой домкрат – простой и универсальный грузоподъемный механизм, преобразующий вращательное движение в поступательное. В быту (автомобильный домкрат) или промышленности (линейный актуатор) винтовые домкраты используются для получения толкающего или подъемного усилия от нескольких килограмм до десятков тонн. Классический винтовой домкрат имеет в своей основе стержень с резьбой по всей длине (винт), на котором находится гайка. Стержень закреплен в подшипниках и способен вращаться от момента, передаваемому ему извне. По стержню вверх и вниз перемещается гайка, она жестко соединена с перемещаемым грузом и не вращается вокруг оси винта.

В винтовых парах применяют трапецеидальную резьбу, упорную резьбу и шариковинтовые передачи. Когда нагрузки одинаковы в обоих направлениях (например, привод линейного перемещения станка с ЧПУ) применяют трапецеидальную резьбу. Ее профиль симметричен и витки имеют одинаковую несущую способность при разносторонних нагрузках. Упорную резьбу применяют в тех случаях, когда максимальная нагрузка прикладывается лишь в одном направлении работы, например, домкрат для подъема и опускания грузов. У такого профиля максимальная несущая способность только в одном направлении нагружения. Шариковинтовой привод (ШВП) применяется, когда необходима высокая скорость работы передачи в сочетании с точностью, плавностью хода и малошумностью работы. Из всех вышеперечисленных у ШВП самый большой КПД, но и максимальная стоимость.

Также встречаются варианты механизмов вертикального перемещения с зубчатой передачей. В такой передаче вращение зубчатого колеса преобразуется в поступательное перемещение зубчатой рейки.

1.1.1. Выдвижные механизмы с винтовой передачей

Промышленно производятся изделия как с одной, так и с двумя винтовыми передачами. В случае применения двух винтовых передач в одной из шпилек выполняется внутренняя проточка, и при складывании вторая шпилька помещается внутрь первой. Нижняя секция механизма опирается на пол, а верхняя может надвигаться вверх меньшей нижней (рис. 1.1.1 а, в) или задвигаться внутрь большей нижней (рис. 1.1.1 б, г). Прототипы конструкций представлены в приложении А.

Регулировка высоты рабочей плоскости стола производится следующим образом (рис. 1.1.1). Относительно неподвижной секции 1 скользят по накладкам скольжения 6 подвижные секция 2 и 11. Конструкция приводится в движение винтом 4, вкручивающимся/выкручивающимся в гайку 3. В осевом направлении винт 4 опирается на упорный подшипник 7. Гайка 3 крепится к секции посредством опорного элемента 5 (рис. 1.1.1 а, б, в) или жестко закреплена с винтом 4 (рис. 1.1.1 г). Вращательное движение от двигателя передается непосредственно на винт 4 или сначала на вал-трубу 10 с внутренними шлицами, по которому перемещается вверх-вниз втулка 9 с внешними шлицами, неподвижно закрепленная в верхней части винта 4. Конструкция приводится в движение приводом*, который подключается к месту крепления 8.

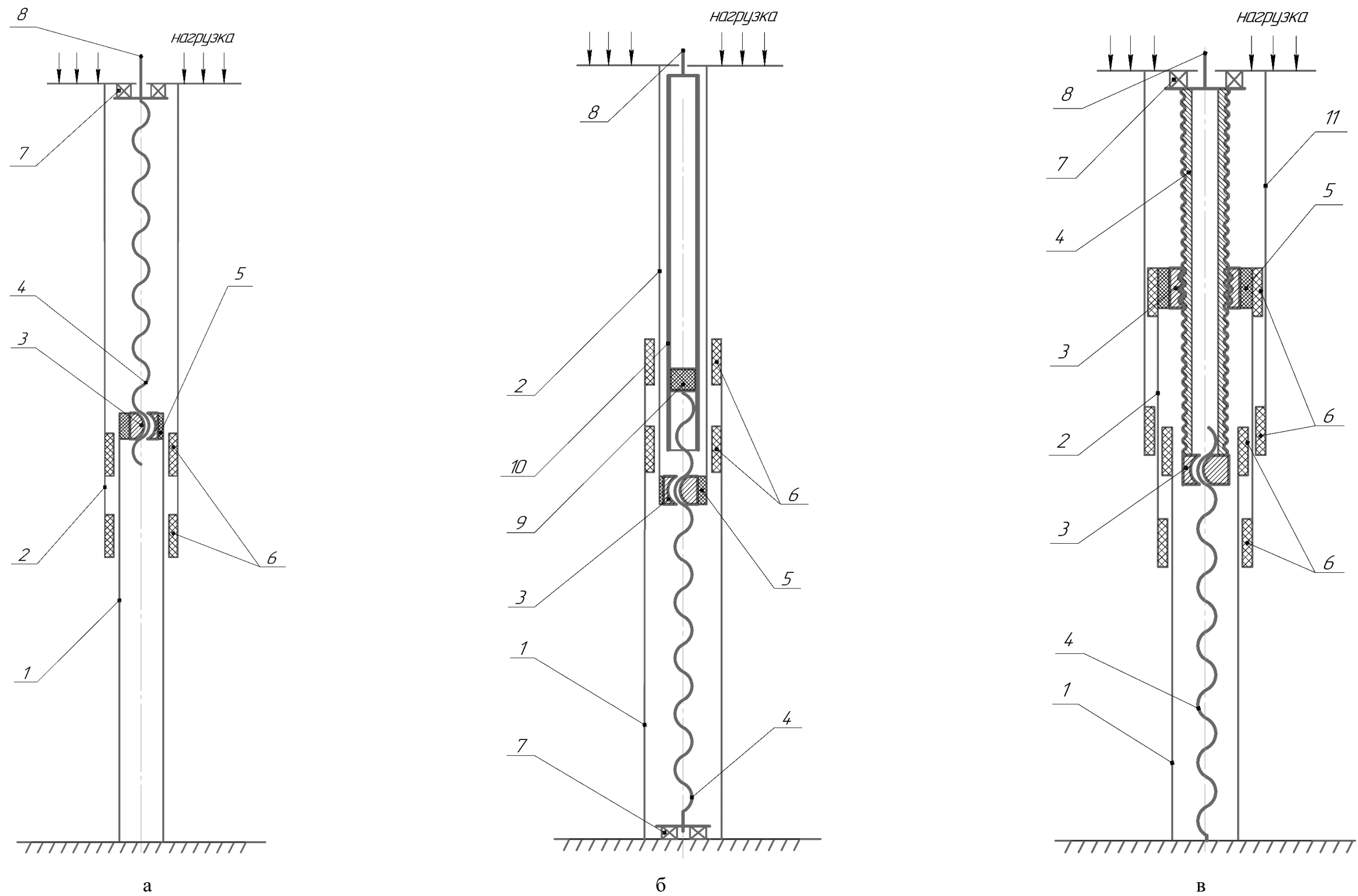


Рисунок 1.1.1 – Варианты конструкций выдвжных механизмов с винтовой передачей:

- 1) нижняя опорная секция; 2) первая подвижная секция; 3) гайка винтовой передачи; 4) винт; 5) элемент крепления; 6) накладки скольжения; 7) упорный подшипник; 8) место крепления привода*; 9) втулка со шлицами на внешней поверхности; 10) вал-труба с внутренними шлицами; 11) вторая подвижная секция

1.1.2. Выдвижные механизмы с зубчатой передачей

Промышленно производятся изделия как с одной, так и с двумя реечными передачами. Нижняя секция механизма опирается на пол, а верхняя задвигается внутрь большей нижней. Элементы передачи закрыты раздвижной шторкой, т.к. привод расположен сбоку, а не вдоль оси выдвижения. Прототипы представлены в приложении А.

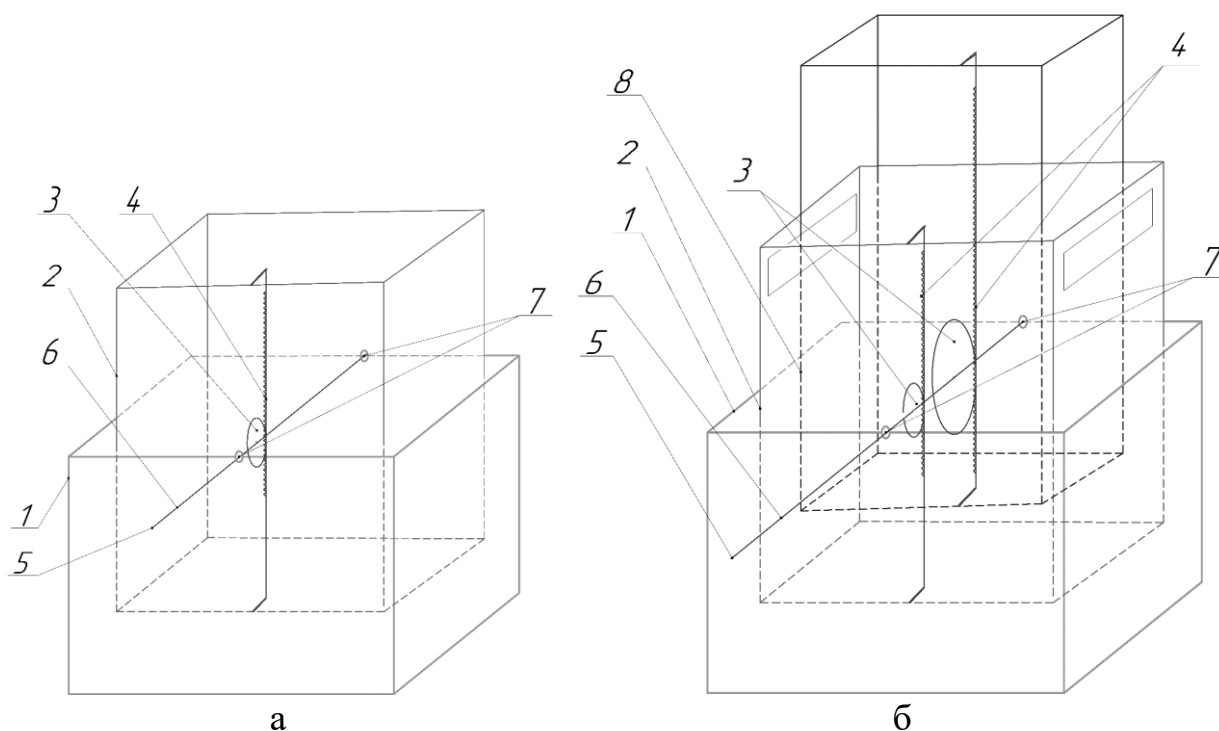


Рисунок 1.1.2 – Варианты конструкций выдвижных механизмов с зубчатой передачей: 1) нижняя опорная секция; 2) первая подвижная секция; 3) зубчатое колесо; 4) зубчатая рейка; 5) место крепления привода*; 6) валы зубчатых колес; 7) радиальные подшипники; 8) вторая подвижная секция

Регулировка высоты рабочей плоскости стола производится следующим образом (рис. 1.1.2). Относительно неподвижной секции 1 скользят подвижные секция 2 и 8. Конструкция приводится в движение зубчатыми колесами 3, находящимися в зацеплении с зубчатыми рейками 4. Валы зубчатых колес 6 опираются на радиальные подшипники 7. Вращательное

движение от двигателя передается непосредственно на валы зубчатых колес 3. Конструкция приводится в движение приводом*, который подключается к месту крепления 5.

1.2. Пространственные (рычажные) механизмы с линейным приводом

Рассмотрим две кинематические схемы с рычажным механизмом (рис. 1.2.1).

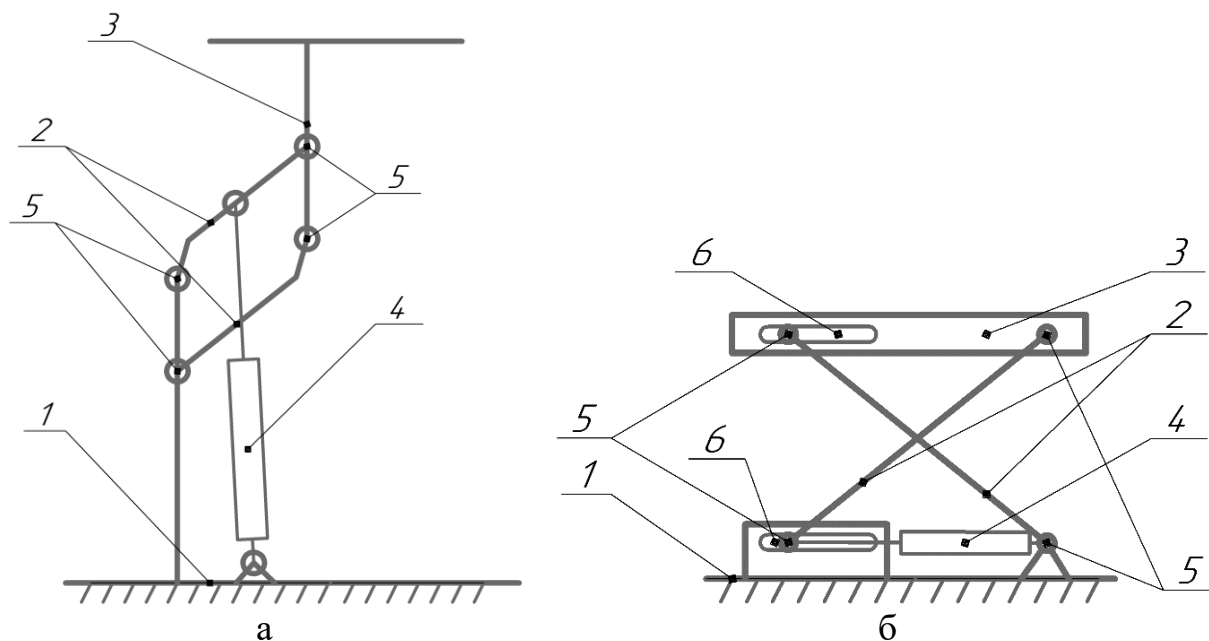


Рисунок 1.2.1 – Варианты конструкций пространственных (рычажных, ножничных) механизмов: 1) нижняя стойка; 2) рычаги; 3) верхняя секция; 4) линейный привод*; 5) шарнир; 6) направляющая для подвижного шарнира

Рама изделий сделана из сваренных металлических профилей. Нижняя стойка 1 неподвижна и опирается на пол, к ней с помощью шарниров 5 крепятся рычаги 2. Верхняя секция 3 также крепится к рычагам 2 с помощью шарниров 5. В движение конструкция приводится линейным актуатором 4, один из шарниров которого закреплен на нижней стойке 1, а второй – на рычаге 2. Направляющая для подвижного шарнира 6 служит для обеспечения возможности перемещения шарнира по прямой линии.

Особенность схемы (рис. 1.2.1 а) в том, что, в отличие от всех других рассмотренных схем, при регулировке плоскость столешницы перемещается не по линейной траектории, а по дуге.

1.3. Привод* механизмов

Для вертикальной регулировки высоты рабочей плоскости столов применяют конструкций с электромеханическим, ручным и другими типами приводов. Варианты используемых приводов:

- шаговый двигатель;
- червячный редуктор с двигателем постоянного тока (помимо своей основной функции редуктор служит для блокировки механизма от самопроизвольного складывания под нагрузкой);
- серводвигатель (мотор-редуктор);
- возможно использование одного привода* для нескольких механизмов (момент от привода* раздается на механизмы с помощью телескопического вала. При механизмы соединены поперечной перекладной (царгой), которая служит для дополнительной жесткости, а также прикрывает вал. При применении винтовой передачи момент с вала передается на винт через коническую передачу);
- линейный актуатор – универсальный узел, состоящий из электромотора, редуктора, винтовой (или, иногда, реечной) передачи и корпуса. На его концах расположены шарниры, которыми он крепится к раме изделия (рис. 1.3.1). За счет трения в резьбовой передаче и встроенного редуктора служит для фиксации механизма от самопроизвольного складывания;

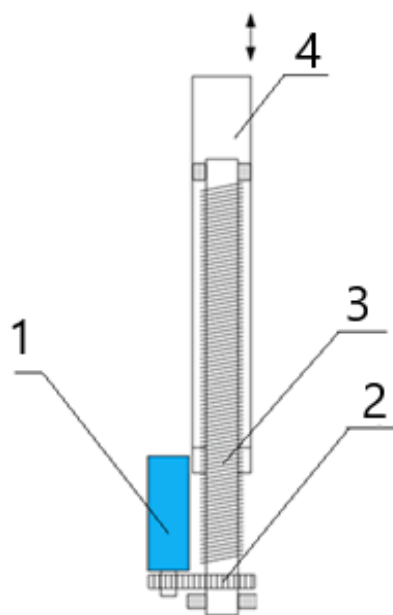


Рисунок 1.3.1 – Линейный актуатор: 1) электродвигатель; 2) редуктор;

3) винтовая передача; 4) корпус

- пневмо-/гидроцилиндр (применяются в промышленности, в бытовых и офисных изделиях не применяются).

1.4. Общий обзор приведенных кинематических схем

У всех изделий (столов), механизмы которых рассмотрены выше, можно выделить следующие основные элементы:

1. Рама. Выполняется из металла. Несет вес конструкции и груза, имеет возможность плавно регулироваться по высоте под нагрузкой. Имеет в своей конструкции две или более механизма вертикального перемещения, преобразующих вращения электродвигателя в поступательное движение столешницы. У всех изделий рама регулируется по длине для установки столешниц различного размера.
2. Привод* механизма изменения высоты. Чаще всего в качестве движителя применяют электродвигатель. Но также возможны варианты применения поступательных движителей – линейных актуаторов, гидро- и пневмоцилиндров.
3. Управляющая система. Служит для преобразования команд управления в управляющий сигнал для электродвигателей. Если в

приводе более одного электродвигателя, служит для синхронизации их между собой. Содержит концевые датчики крайних положений для калибровки и ограничения крайних положений. Также используется для запоминания положений столешницы и индикации текущей высоты.

1.5. Классификация механизмов вертикального перемещения

На основе анализа прототипов проведена классификация механизмов вертикального перемещения, в нее включены уже изготавливаемые и потенциально возможные технические решения (рис. 1.5).

Механизмы вертикального перемещения рабочих поверхностей столов							
Характеристики		Составные части					
Грузоподъемность, кг	Диапазон перемещения, мм	Исполнительный механизм	Двигатель		Трансмиссия	Система управления	
			Расположение	Тип		Обратная связь	Тип
< 50	< 450	Раздвижной: - две секции - три секции	Скрытый (внутри исполнительного механизма)	Электрический: - двигатель постоянного тока - шаговый двигатель - серводвигатель - Двигатель переменного тока (синхронный/ асинхронный)	Винтовая передача (винт – гайка)	Концевые датчики	Электрический пульт: - кнопки выше/ниже - кнопки запоминания положения - дисплей- индикатор текущей высоты
50...70	450...550	Пространственный (рычажный, ножничный)	Наружный	Мускульный (ручка)	Зубчатая передача: - коническая - цилиндрическая (зубчатое колесо – рейка) - червячная (червяк – червячное колесо)	Энкодер	Механическое управление: - вращение ручки - кнопка разблокировки стопора
70...100	> 550			Пневматический	Ременная передача (ремень – шкив)	Нет	Адаптивное управление – управляющий сигнал генерируется в зависимости от положения человека перед столом
> 100				Гидравлический	Тросовая передача (трос – блок)		
				Пружинный (газлифт, механическая пружина)			

Рисунок 1.5 – Классификатор механизмов вертикального перемещения

1.5.1. Анализ ограничений потенциально возможных механизмов

В рассмотренных выше механизмах прототипов максимальное количество подвижных секций равнялось трем. Проведем анализ и ответим на вопрос, целесообразно ли увеличивать количество подвижных секций в конструкции до 4-х и больше.

Выделим причины, из-за которых возникают ограничения:

ограничение на максимальные габариты механизмов (глубина и ширина);

ограничение на минимальную грузоподъемность;

ограничение из-за требований к скорости и плавности перемещений.

Согласно данным антропологии, существуют требования к высоте расположения рабочей поверхности, которые зависят от роста человека и от того, сидя он работает или стоя (табл. 1.5.1). Максимальное значения высоты рабочей поверхности не должно превышать требуемого для работы стоя самым высоким человеком.

Таблица 1.5.1 – Требования к высоте расположения рабочей плоскости [15]

Рост человека, см	Высота рабочей поверхности, см	
	при работе сидя	при работе стоя
ниже среднего: 150...165	65...73	94...104
средний: 165...175	73...78	104...112
выше среднего: 175...190	78...80	112...122

Чем больше подвижных секций, тем выше диапазон регулирования.

Пусть наибольшая высота рабочей поверхности составлять 135 см. Данное значение удовлетворит требованиям по высоте столешницы для работы стоя даже у самых высоких людей. Пусть минимальная высота столешницы составляет 55 см. Тогда диапазон регулировки столешницы составит: $135 - 55 = 80$ см. В выдвижных механизмах вертикального перемещения (рис. 1.5.1 а) необходимо, чтобы в выдвинутом состоянии перекрытие секций составляло 10...15 см.

шестерня меньше самой большой шестерни в 4 раза, а при использовании 4-х подвижных секций, уже в 16 раз. Так, при диаметре меньшей шестерни 4 см, большая шестерня будет иметь диаметр $4*4 = 16$ см, а в 4-х секционном механизме – 32 см. Для механизмов вертикального перемещения грузоподъемностью 50 кг требуемый момент на шестерне диаметром 32 см составляет $50*10*0,32 = 160$ Н*м. Для передачи такого момента требуется очень высокая прочность рамы, подшипниковых узлов и шестерни, поэтому применять в конструкции привода стола с реечной передачей механизм с четырьмя подвижными секциями нецелесообразно.

Три секции в механизме стола применены для получения максимального диапазона регулировки высоты при сохранении достаточной жесткости конструкции. Это позволяет увеличить диапазон регулировки по сравнению с вариантом с двумя секциями.

1.6. Управление

Для подачи команд управления используются пульты. В самых простых вариантах на пульте располагаются всего две кнопки – вверх и вниз. Также часто пульты оснащаются индикатором текущей высоты. На многих изделиях есть возможность запоминания 3-х положений высоты – возвращение к ним происходит при нажатии соответствующей кнопки.

Пример внешнего вида пульта управления столом показан на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Пульт управления «MENSA ВОЛЬТ»

Выводы по разделу 1

1. Чаще всего в качестве электропривода применяют электродвигатели постоянного тока с оптическими энкодерами и червячными редукторами.
2. Редукторы, помимо увеличения момента от двигателей, также служат для блокировки системы от самопроизвольного складывания.
3. В изделиях с реечными передачами требуется понижающий редуктор с большим передаточным отношением, чем в изделиях с винтовыми парами (при применении двигателей с одинаковым моментом), так как реечная передача не дает выигрыша в силе.
4. Для сохранения достаточной жесткости, у выдвижных секций в положении с максимальной высотой всегда должно сохраняться перекрытие между секций. Оно варьируется в диапазоне 15...25 см.
5. Наилучшие характеристики диапазона регулировки имеют варианты выдвижных механизмов с тремя секциями. Несмотря на заметное удорожание и усложнение конструкции, столы с двумя выдвижными секциями имеют широкое применение.

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Техническое задание

1. Вводные данные:

- 1.1. Наименование ОКР: *Разработка конструкции несущей рамы и привода вертикального перемещения для стола с изменяемой высотой рабочей плоскости*
- 1.2. Основание для выполнения ОКР: *Задание, выданное научным руководителем ВКР, включающее компоновку, габаритные размеры, производительность и мощность изделия.*
- 1.3. Исполнитель ОКР: *Колдунов Иван Леонидович*
- 1.4. Срок выполнения ОКР: *с 01.09.20 г. по 20.05.21 г.*
- 1.5. Объект: *Рама стола с регулируемой по высоте столешницей*
- 1.6. Предмет: *Конструкция рамы и привода стола с регулируемой по высоте столешницей*

2. Преследуемые цели:

- 2.1. Цель выполнения ОКР: *Разработка конструкции и создание макета стола с регулируемой по высоте столешницей*
- 2.2. Наименование и индекс образца: *ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.00*

3. Технические требования к изделию:

3.1. Состав изделия:

- рама стола
 - регулируемые ножки
 - крепление ножек к столешнице
 - привод
 - пульт управления
 - столешница

3.2. Требования, назначения:

3.2.1. Назначение: *Плавное регулирование высоты столешницы*

3.2.2. Функции:

- *кнопочное управление*
 - *кнопки вверх и вниз*
 - *индикация текущей высоты в сантиметрах*
 - *кнопка памяти (при длинном нажатии - запоминание текущей высоты столешницы, при коротком нажатии - возврат к запомненной высоте) – 2шт.*
 - *кнопка для калибровки (исходное положение - ниже)*

3.2.3. Метрологические характеристики:

- *возможные высотные положения верхней поверхности столешницы – от 64 до 128 см ($\Delta = 64$ см)*
- *грузоподъемность стола – не менее 200 кг*
- *габаритные размеры столешницы – 600x1000 мм минимум, 850x1800 мм максимум*
- *скорость подъема – не менее 3,5 см/с (весь путь между крайними положениями за 17-18 сек)*

3.2.4. Требования к электропитанию:

- *бытовая сеть: напряжение 220 В \pm 10 %, частота 50 Гц \pm 10 %*
- *Потребляемая мощность не более 0,5 кВт.*

3.3. Требования живучести и стойкости к внешним воздействиям:

- *порошковое покрытие*

3.4. Требования надежности: не менее 20000 циклов «Подъем-Опускание»

3.5. Требования эргономики, обитаемости и технической эстетики:

- *достаточно пространства для ног*
- *форма ножек удобная для посадки и работы за столом (габариты опорной части не более 680*80*25)*
- *удобное расположение пульта управления*

- 3.6. Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта:
- эксплуатировать при температуре окружающей среды 0...+35 С и относительной влажности 65...95 %
 - хранить в сухом (до 65 % влажности) и теплом месте (+5...+25 С)
- 3.7. Требования транспортабельности: Габаритные размеры упакованной единицы изделия – не более 1000x250x100 мм
- 3.8. Требования безопасности:
- концевые датчики для ограничения верхнего и нижнего положения
 - остановка движения при нажатии любой кнопки
- 3.9. Требования стандартизации и унификации: максимальной унификации и стандартизации проектируемых узлов, систем и деталей
- 3.10. Требования технологичности: Возможность изготовления деталей конструкции на предприятиях г. Томска
- 3.11. Конструктивные требования: Запас прочности конструкции – 1,5
4. Технико-экономические требования: Цена готового изделия менее 30 000 руб.
5. Требования к видам обеспечения:
- 5.1. Требования к метрологическому обеспечению: Линейка, штангенциркуль, микрометр
- 5.2. Требования к программному обеспечению (форматы конструкторской документации): Adobe Reader, MS Office
6. Требования к сырью, материалам и комплектующим изделиям:
Материалы, применяемые в конструкции, должны быть легко доступными. Выбор дефицитных комплектующих, изделий, материалов и дорогостоящих видов обработки должен быть обоснован.

7. Требования к консервации, упаковке и маркировке: *нет*
8. Специальные требования: *нет*

2.1. Разработка принципиальной кинематической схемы ножки

Согласно требованиям ТЗ, минимальный диапазон регулировки высоты составляет 48 см (высота в нижнем положении – не более 70 см, в верхнем – не менее 118 см). Это значит, что минимальный ход регулирующего механизма – преобразователя вращательного движения в поступательное составляет также 48 см. Грузоподъемность стола составляет 200 кг, значит грузоподъемность одной ножки – 100 кг.

За основу возьмем прототип с кинематической схемой ножки с двумя подвижными секциями, выдвигающимися вверх-вниз из неподвижной нижней. В прототипе применена винтовая передача.

Разработанная кинематическая схема представлена на рисунке 2.1.1.

Регулировка высоты рабочей плоскости стола производится следующим образом: относительно неподвижной секции 1 скользят по накладкам скольжения 6 подвижные секция 2 и 11. Конструкция приводится в движение винтом 4, вкручивающимся/выкручивающимся в гайку 3. В осевом направлении винт 4 опирается на упорный подшипник 7. Гайка 3 крепится к секции посредством опорного элемента 5 (рис. 1.1.1 а, б, в) или жестко закреплена с винтом 4 (рис. 1.1.1 г). Вращательное движение от двигателя передается непосредственно на винт 4 или сначала на вал-трубу 10 с внутренними шлицами, по которому перемещается вверх-вниз втулка 9 с внешними шлицами, неподвижно закрепленная в верхней части винта 4. Конструкция приводится в движение приводом*, который подключается к месту крепления 8.

2.1.1. Выбор типа электродвигателя

В прототипе применен двигатель постоянного тока с энкодером (фотодатчиком) для обратной связи. Но, помимо этого, могут быть применены и другие типы двигателей:

- Шаговый двигатель
- Серводвигатель
- Двигатель переменного тока (синхронный/асинхронный)

Согласно требованиям ТЗ привод должен обеспечивать дискретное перемещение столешницы кратно одному сантиметру. Применение двигателя переменного тока для достижения этой цели нецелесообразно, так как это потребует очень сложной системы управления. Такому двигателю требуется время для запуска и перехода в рабочий режим, и требуемое количество оборотов будет приходиться как раз на цикл разгонки двигателя. Серводвигатель сильно удорожает конструкцию, поэтому мы также откажемся от его применения. Представляется, что можно отказаться от червячного редуктора, или другой понижающей передачи, если использовать в качестве привода вращения шаговый двигатель (ШД). ШД сразу выдает на выходной вал требуемую для шпильки скорость вращения и момент. Остановим свой выбор на этом варианте.

Расположим привод в верхней части схемы. Габариты ШД типа NEMA 17 как раз подходят для того, чтобы расположить двигатель непосредственно внутри секции.

2.2. Конструкторские расчеты

2.2.1. Мощность электродвигателя

Ниже проведем расчет винтовой передачи и подберем двигатель.

Согласно ТЗ, нагрузка на одну ножку составляет 100 кг. Примем шпильку диаметром 12 мм. Проведем расчет требуемого момента двигателя по следующей формуле:

$$M = F \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

, где M – требуемый момент, d_2 – средний диаметр резьбы, α – угол наклона резьбы, F – осевая нагрузка на винт.

$$M = F \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 60 \cdot 9,8 \cdot \frac{12 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot \operatorname{tg} 7,69 = 4,28 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Полученному значению момента соответствует шаговый двигатель типоразмера NENA17 PL42H48-D5B. Его номинальный момент составляет 5,5 кг·см. С этим двигателем в комплекте поставляется электротормоз.

2.2.2. Расчет шпилек и винтовых передач

Примем для нашей конструкции шпильку трапециевидальную TRR-12x3 – 450мм и гайку с фланцем под шпильку TRF-14x3. Назначим материал шпильки: Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Проведем статический расчет на прочность для выбранной шпильки. Необходимо, чтобы внутренне напряжение шпильки было меньше допустимого:

$$\sigma \leq [\sigma];$$

Для выбранной стали $[\sigma] = 160$ МПа. Формула для расчета внутреннего напряжения круглого стержня:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

, где F – внешняя нагрузка, $A = \frac{\pi d_2^2}{4}$ – площадь поперечного сечения.

Подставим значения и выполним расчет:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi d_2^2}{4}} = \frac{100 \cdot 10}{\frac{\pi \cdot (11,93 \cdot 10^3)^2}{4}} = 80,1 \text{ МПа} \leq [\sigma].$$

Принятая шпилька удовлетворяет условию прочности.

2.3. Разработка конструкции

2.3.1. Конструкция ножки

Составим список деталей и узлов, применяемых в конструкции одной ножки (табл.2.3.1).

Таблица 2.3.1 – Детали и узлы одной ножки

Наименование
<i>Профили стальные</i> Труба профильная 50x50x2 – 650 мм Труба профильная 40x40x2 – 550 мм
<i>Детали из пластика под 3д печать</i> Верхняя прокладка скольжения Опора верхней секции с прокладками скольжения Опора подшипника Держатель ШД
Шпилька трапециидальная TRR-14x3 – 450мм
Гайка с фланцем под шпильку TRF-14x3
Подшипник упорный 1008096
Муфта соединительная для двигателя
Двигатель PL42H48-D5B
Стандартные метизы
Провода

На основе выбранных готовых изделий и материалов для деталей выполним следующий этап разработки конструкции – создадим 3Д модель ножки в программе «SolidWorks».

На рисунке 2.3.1 представлен обзорный вид спроектированной ножки в программе «SolidWorks». На рисунке 2.3.2 отдельные узлы ножки представлены более подробно. Желтым цветом окрашены детали, выполняемые на 3Д принтере. ШД крепиться муфтой к шпильке.

Электропривод выполнен с червячным редуктором, расположен в отдельном корпусе в верху ножки. Ножка крепиться к раме с помощью болтового соединения.

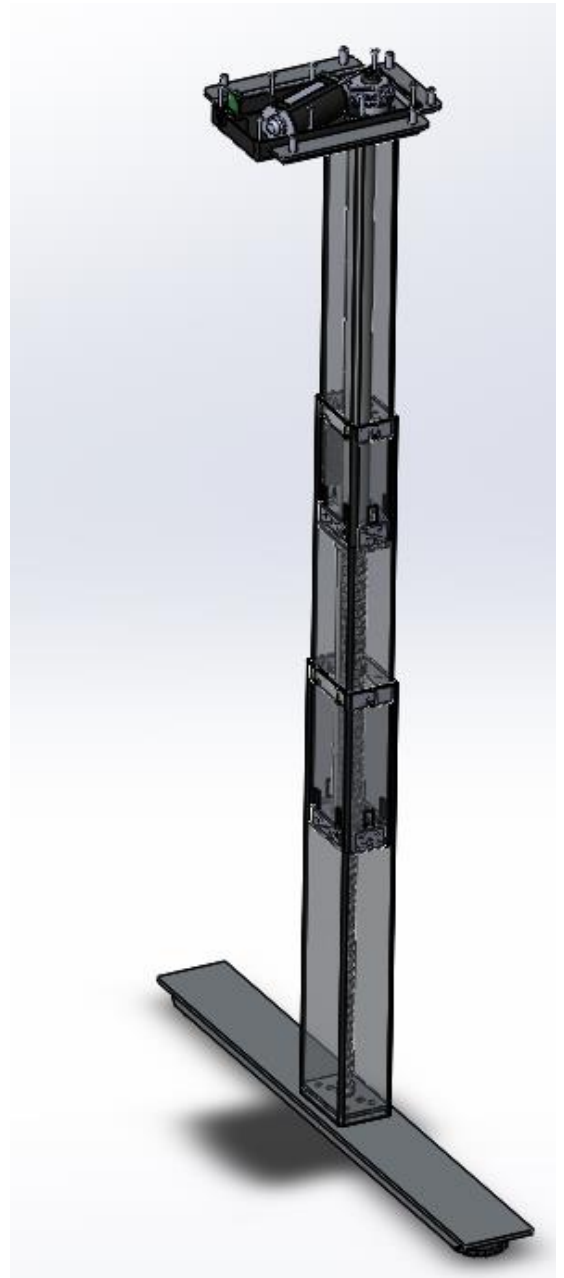
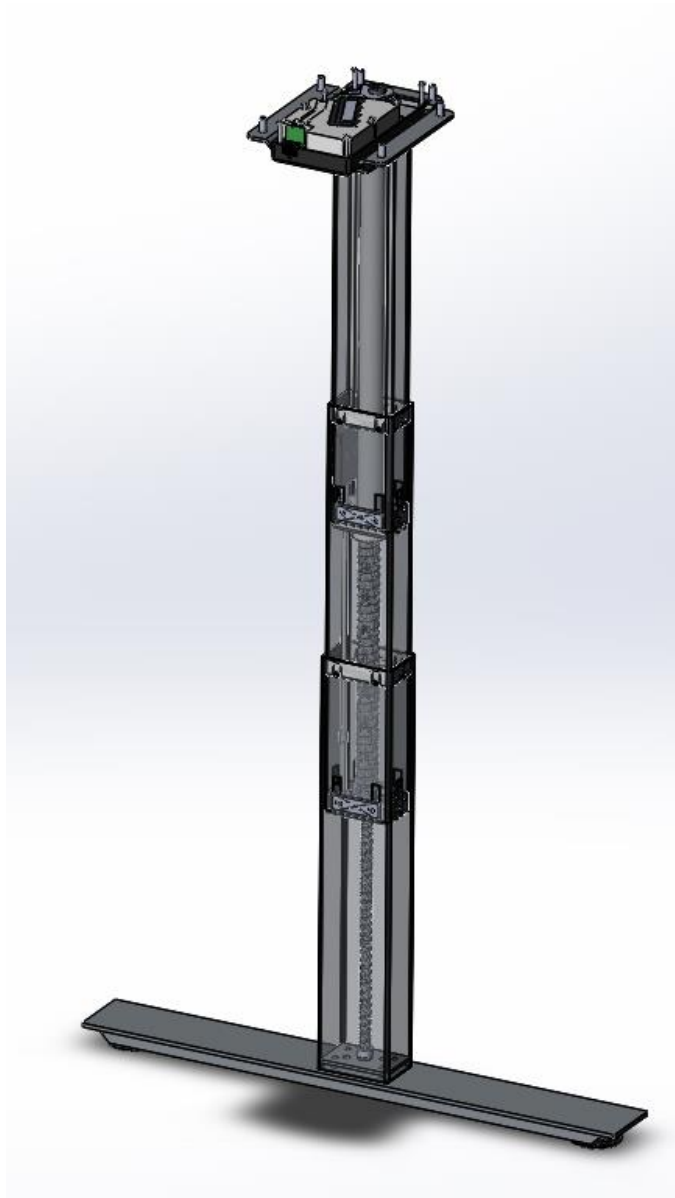
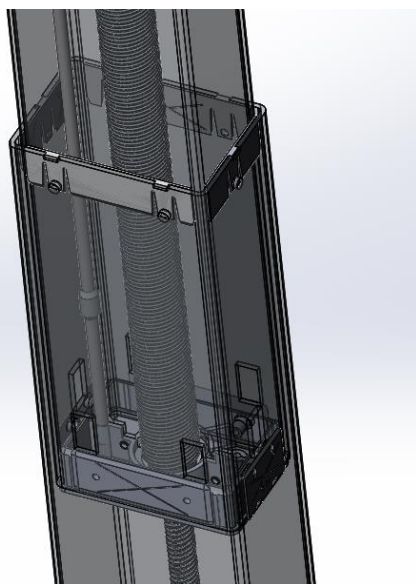
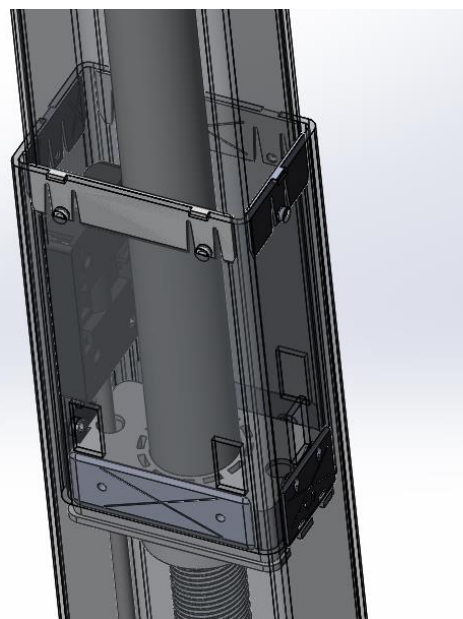


Рисунок 2.3.1 – Общий вид сборки ножи

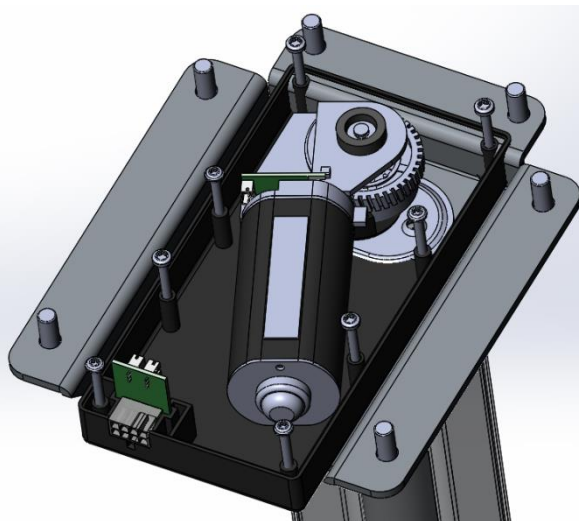


а

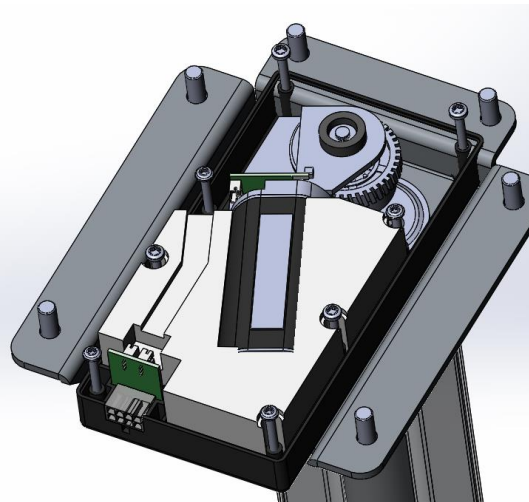


б

Рисунок 2.3.2 – Стык подвижных секций ножи: а) нижней и средней секции б) верхней и средней секции



а



б

Рисунок 2.3.4 – Электропривод с редуктором в корпусе а) без звукоизолирующей прокладки, б) со звукоизолирующей прокладкой.

2.3.2. Конструкция рамы

Спроектируем раму, способную регулироваться по ширине для установки столешниц разного размера (рис. 2.3.1)



Рисунок 2.3.1 – Конструкция рамы стола с ножками

2.3.3. Система управления

Система управления (СУ) создается на основе программируемой платы «ардуино». На плату поступают сигналы от пульта управления, и, после обработки, передаются на драйверы шаговых двигателей. Драйвера усиливают управляющий сигнал и передают его на двигатели. Также плата выдает на дисплей текущие показания высоты и хранит в памяти запомненные положения. Также в ее составе находятся два концевых датчика.

В составе СУ находится пульт со следующими функциями:

- перемещение вверх и вниз кратно одному сантиметру
- индикация текущей высоты
- две кнопки запоминания положения высоты (длинное нажатие –

запоминание текущей высоты, короткое – возвращение в запомненное положение)

- кнопка калибровки (при нажатии обе ножки складываются до срабатывания соответствующих концевых датчиков)

С помощью специального софта на плату ардуино загружается управляющая программа, которая называется скетч.

Заключение раздела 2

В данной главе в соответствии с техническим заданием была разработана принципиальная схема изделия. По этой схеме были проведены конструкторские расчеты.

На основании расчетов была создана конструкция изделия в виде 3Д модели и сборочный чертеж.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задание для раздела

Разработать технологический процесс изготовления детали «ходовой винт» для мелкосерийного производства. Деталь «ходовой винт» имеет трапецеидальную резьбу, установочные места под подшипники и место крепления приводного вала с помощью разрезной муфты.

Деталь используется в винтовой передаче изделия ножка стола и служит для регулировки ее высоты. Чертёж представлен в приложении В.

Введение в раздел 3

В ходе производства детали из цельного куска материала (заготовки) различными методами получают готовое изделие – деталь с заданной геометрией и требуемыми характеристиками. Среди этих методов наибольшее распространение имеет обработка резанием на токарных и фрезерных станках, также используется лазерная и гидроабразивная резка листовых материалов, термическая обработка.

Основной задачей при создании технологического процесса производства детали является поиск оптимального пути перехода от заготовки к изделию. Необходимо обеспечить требуемые характеристики вкпе с минимальной себестоимостью изготовления.

3.1. Анализ технологичности детали

Для изготовления детали был принят материал сталь Ст45 по ГОСТ 1050-88. При изготовлении детали основные операции могут быть выполнены на токарном станке. Для изготовления шпоночного паза потребуется фрезерный станок. Изготовление детали экономически выгодно в условиях мелкосерийного производства. Это обусловлено тем, что поверхности детали можно получить с помощью резания на универсальных станках, а различные приспособления и специальные инструменты не требуются.

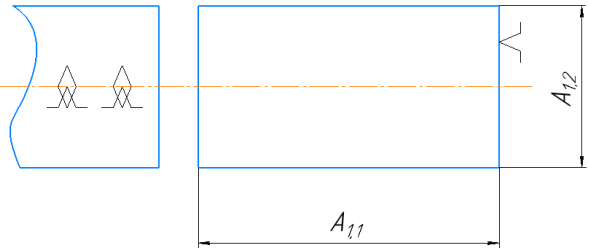
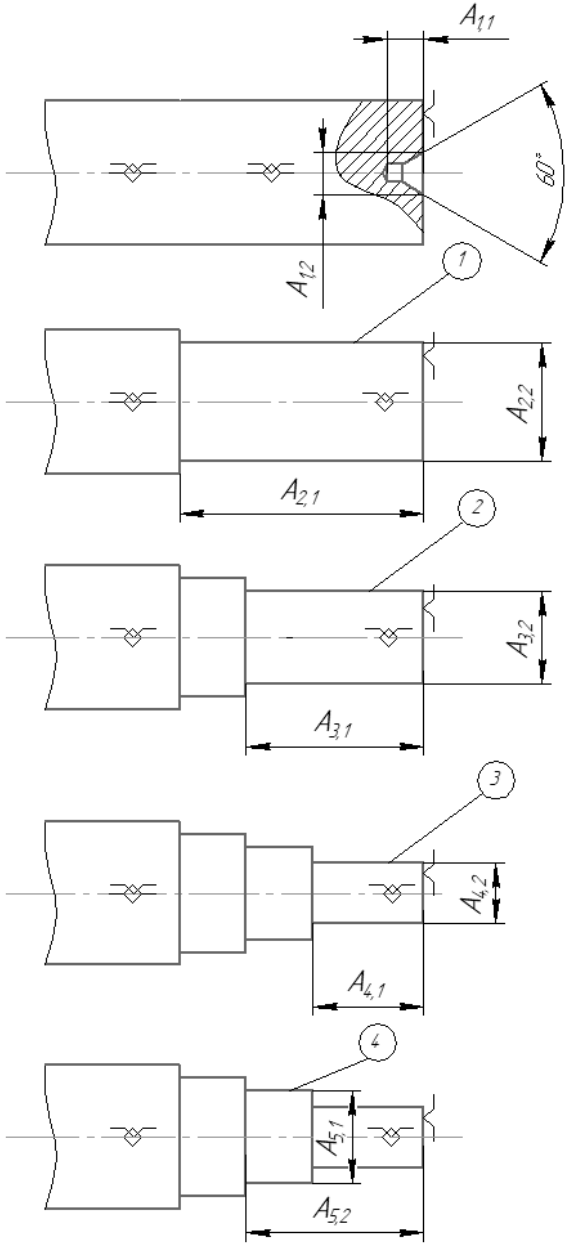
3.2. Выбор вида и способа получения заготовки

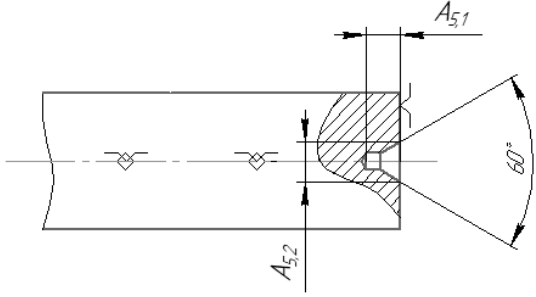
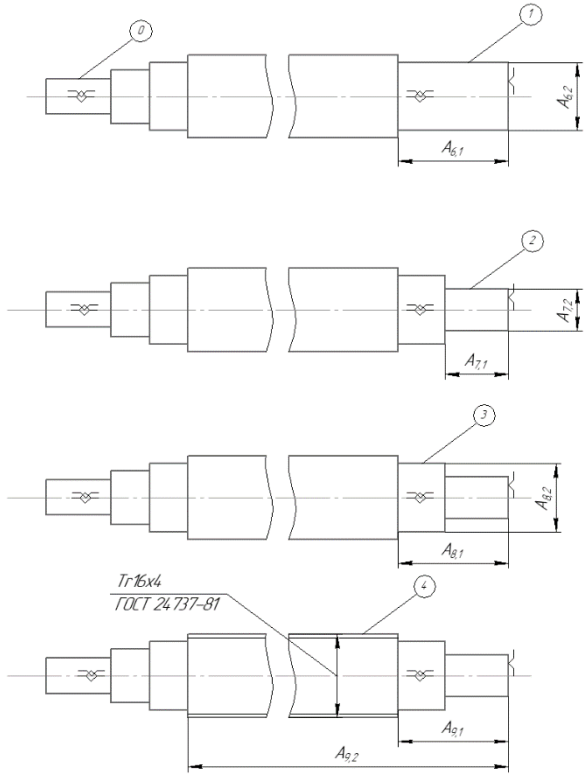
Наиболее целесообразная заготовка для изготовления данной детали – круглый прокат. Он имеет невысокую стоимость и хорошо подходит для токарной обработки ввиду удобства закрепления и базирования.

3.3. Составление технологического маршрута обработки детали

Разработанный маршрут детали представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Маршрут изготовления. Деталь «Винт ходовой».

<p>005</p>	<p>Заготовительная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить пруток в тисках с призмой 2. Отпилить заготовку от прутка, выдержав размер $A_{1.1}$. 	
<p>010</p>	<p>Токарная</p> <p>Установ А</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковом патроне; 2. Просверлить центровое отверстие выдерживая размеры $A_{1.1}$ и $A_{1.2}$; 3. Точить поверхность 1 начерно выдерживая размеры $A_{2.1}$ и $A_{2.2}$; 4. Точить поверхность 2 начерно выдерживая размеры $A_{3.1}$ и $A_{3.2}$; 5. Точить поверхность 3 начерно выдерживая размеры $A_{3.1}$ и $A_{3.2}$; 6. Точить поверхность 3 начисто выдерживая размер $A_{4.1}$, $A_{4.2}$. 	<p>Установ А</p> 

	<p>Установ Б</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перевернуть заготовку другой стороной и закрепить в трёхкулачковом патроне; 2. Просверлить центровое отверстие выдерживая размеры $A_{5.1}$ и $A_{5.2}$. <p>Установ В</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить заготовку в трех-кулачковом патроне, зажав поверхность 0; 2. Упереть пиноль задней бабки в центровое отверстие 3. Точить цилиндр 1 начерно выдерживая размеры $A_{6.1}$ и $A_{6.2}$; 4. Точить цилиндр 2 начерно выдерживая размеры $A_{7.1}$ и $A_{7.2}$; 5. Точить цилиндр 3 начисто выдерживая размеры $A_{8.1}$ и $A_{8.2}$; 6. Нарезать трапецеидальную резьбу на поверхности 4 выдерживая размеры $A_{9.1}$ и $A_{9.2}$; 	<p>Установ Б</p>  <p>Установ В</p> 
020	Контрольная	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закрепить деталь в центрах 2. Контролировать размеры $A_{2.1}$-$A_{6.2}$ 	

3.4. Расчет припусков для механической обработки

Формула для определения минимального припуска для обработки поверхностей вращения:

$$Z_{i \min} = 2 \cdot \left(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right),$$

где R_Z – шероховатость поверхности, мкм;

h – величина дефектного слоя поверхности, мкм;

ρ – точность геометрической формы, мкм;

ε – погрешность базирования, мкм [1, с 175].

В соответствии с заданием, необходимо рассчитать припуски на обработку для диаметрального размера $14h7^{(+0,025)}$.

Параметры R_Z и h назначим, используя приложение 2 [2, с. 72].

Базирование производится в трехкулачковом патроне по предварительно обработанной поверхности диаметром 10 vvvv. Допуски на припуски назначим, используя табл. 2.1 [3, с. 17].

Найдем $Z_{i \max}$ по формуле:

$$Z_{i \max} = Z_{i \min} + TZ_i.$$

Результаты расчетов занесены в табл. 3.4

Табл. 3.4

Технологические переходы обработки поверхности $14h7^{(+0,025)}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный мин. припуск, мкм	Допуск TZ_i , мкм	Технологический размер, мм		Предельные значения припуска на сторону, мкм	
	R_Z	h	ρ	ε			D_{\min}	D_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
Черновой	80	100	10	370	360	100	14,62	14,72	360	460
Чистовой	20	30	10	370	100	25	14	14,025	100	125

3.5. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Рассчитаем режимы резания для токарной обработки наружной поверхности диаметром 14h7. Выполняется 1 черновой проход и 1 чистовой. Выберем инструмент на сайте Sandvik Coromant [4].

3.5.1. Черновая обработка

Выбран инструмент A20S-SDXCR 11-R с пластиной DCMT 11 T3 12-PR 4325.

Стачивание поверхности диаметром 16 мм до 14,72 мм за один проход.

Скорость резания определяется по формуле [5, с. 265]:

$$V = \frac{C_V K_V}{T^m t^x s^y},$$

где $C_V = 340$ [5, с. 269];

$K_V = K_{mV} K_{nV} K_{иV}$ – поправочный коэффициент [5, с. 268];

$T = 30$ мин – стойкость инструмента [5, с. 268];

$m = 0,2$ [5, с. 269];

$t = 1,14$ мм – значение глубины резания;

$x = 0,15$ [5, с. 269];

$s = 0,7$ мм – подача [5, с. 267];

$y = 0,45$ [5, с. 269].

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \left(\frac{750}{490} \right)^{1,75} = 2,1$$

$$K_V = 2,1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,1$$

$$V = \frac{340 \cdot 2,1}{30^{0,2} \cdot 1,14^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} = 416 \text{ мм/мин}$$

Найдем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 416}{3,14 \cdot 34} = 3896 \text{ об/мин.}$$

Определим силу резания определяется по следующей формуле [5, с. 271]:

$$P_Z = 10C_p t^x s^y V^n K_p,$$

где $C_p = 300$ [5, с. 273];

$t = 10,4$ мм – длина лезвия резца [6];

$x = 1$ [5, с. 273];

$s = 0,7$ мм/об – подача;

$y = 0,75$ [5, с. 273];

$V = 416$ мм/мин – скорость резания;

$n = -0,15$ [5, с. 273];

$K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент [5, с. 271].

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0,73$$

$$K_p = 0,73 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,84$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 10,4^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 416^{-0,15} \cdot 0,84 = 81 \text{ Н}$$

Мощность резания [5, с. 271]:

$$N_{PEZ} = \frac{P_Z V}{1020 \cdot 60} = \frac{81 \cdot 416}{1020 \cdot 60} = 0,55 \text{ кВт}$$

3.5.2. Чистовая обработка

Выбран инструмент TR-SL-V13LBR-25 с пластиной TR-VB1312-F 4325.

Стачивание поверхности диаметром 14,72 мм до 14 мм за один проход.

Скорость резания определяется по формуле [5, с. 265]:

$$V = \frac{C_V K_V}{T^m t^x s^y},$$

где $C_V = 350$ [5, с. 269];

$K_V = K_{mV}K_{nV}K_{iV}$ – поправочный коэффициент [5, с. 268];

$T = 30$ мин – стойкость инструмента [5, с. 268];

$m = 0,2$ [5, с. 269];

$t = 0,72$ мм – значение глубины резания;

$x = 0,15$ [5, с. 269];

$s = 0,43$ мм/об – значение подачи;

$$y = 0,36.$$

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \left(\frac{750}{490} \right)^{1,75} = 2,05$$

$$K_V = 2,1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,1$$

$$V = \frac{350 \cdot 2,1}{30^{0,2} \cdot 0,72^{0,15} \cdot 0,42^{0,35}} = 530 \text{ мм/мин}$$

Найдем по формуле частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 530}{3,14 \cdot 36,28} = 4652 \text{ об/мин.}$$

Сила резания определяется по формуле [5, с. 271]:

$$P_Z = 10C_p t^x s^y V^n K_p,$$

где $C_p = 300$ [5, с. 273];

$t = 11,8$ мм – длина лезвия резца [7];

$x = 1$ [5, с. 273];

$s = 0,42$ мм – подача;

$y = 0,75$ [5, с. 273];

$V = 530$ мм/мин – скорость резания;

$n = -0,15$ [5, с. 273];

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент [5, с. 271].

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{490}{750} \right)^{0,75} = 0,73$$

$$K_p = 0,73 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,84$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 11,8^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 530^{-0,15} \cdot 0,84 = 61 \text{ Н}$$

Мощность резания [5, с. 271]:

$$N_{PEZ} = \frac{P_Z V}{1020 \cdot 60} = \frac{61 \cdot 530}{1020 \cdot 60} = 0,53 \text{ кВт}$$

Итоговые режимы резания приведены в табл. 3.5

Таблица 3.5 – Рассчитанные режимы резания

Проход	Скорость резания V , м/мин	Глубина резания t , мм	Частота вращения шпинделя n , об/мин	Подача S , мм/об
Черновой	405	1,13	3781	0,69
Чистовой	531	0,71	4557	0,41

3.6. Выбор оборудования

Учитывая особенности конструкции детали, примем в качестве оборудования для обработки токарно-винторезный станок модели 16К20. Ниже, в таблице 3.6 представлены его технические характеристики.

Таблица 3.6 – технические характеристики токарно-винторезного станка 16К20.

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной, мм	400
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом, мм	220
Шаг нарезаемой метрической резьбы, мм	20
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1000
Частота вращения шпинделя, об/мин	0 – 2500
Число ступеней вращения шпинделя	23
Наибольшее перемещение суппорта, продольное, мм	900
Наибольшее перемещение суппорта, поперечное, мм	250
Подача суппорта продольная, мм/об	0,05 – 2,8 мм/об
Подача суппорта поперечная, мм/об	0,025 – 1,4 мм/об
Число ступеней подач, продольные и поперечные	42
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	11

3.7. Расчет усилия зажима приспособления

Для зажима закрепления и базирования заготовки было выбран самоцентрирующийся трехкулачковый патрон. При базировании заготовка упирается торцом в заднюю бабку. Ниже рассчитаем силу, с которой нужно затягивать патрон при закреплении заготовки для предотвращения ее проворачивания.

$$Q = \frac{KM}{3fR}$$

K – коэффициент запаса,

M – крутящий момент,

R – радиус заготовки

f – коэффициент трения заготовки о поверхность кулачков.

$$M = \frac{N_{\text{РЕЗ}} \cdot 10^3 \cdot 60}{2\pi n} = \frac{5,84 \cdot 10^3 \cdot 60}{2\pi \cdot 1049} = 53,2 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$N_{\text{РЕЗ}}$ – мощность резания для черновой операции, кВт,

n – частота вращения заготовки, об/мин.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 = 1,95$$

$K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент для всех случаев,

$K_1 = 1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

$K_2 = 1$ – коэффициент, учитывающий затупление инструмента в процессе работы на черновой операции,

$K_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий увеличение силы при прерывистом резании,

$K_4 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима при ручном зажиме и удобном расположении рукояток,

$K_5 = 1$ – коэффициент, учитывающийся при наличии крутящих моментов, с ограниченной поверхностью контакта заготовки.

Рассчитаем требуемое усилие зажима:

$$Q = \frac{1,95 \cdot 53,2}{3 \cdot 0,25 \cdot 0,027} = 5122 \text{ Н}$$

Заключение раздела 3

В данном разделе был создан маршрутный процесс изготовления фланца стакана в условиях мелкосерийного производства. Данный курсовой проект учит пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами и нормами.

Была рационально выбрана заготовка для фланца стакана, составлен технологический маршрут обработки, рассчитаны припуски на механическую обработку для диаметрального размера, выбрано необходимое оборудование, в соответствии с режимами резания для операции токарной обработки. Были приобретены необходимые технологические навыки и знания.

Технологический процесс разрабатывался в учебных целях, для приобретения навыков и умений в применении знаний по данной дисциплине и другим общетехническим дисциплинам путем самостоятельного решения конкретных технологических задач при проектировании технологического процесса.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Задание для раздела

Студенту:

Группа	ФИО
4А7В	Колдунову Ивану Леонидовичу

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение школы (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. Стоимость ресурсов для реализации проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	1. Литературные источники; 2. Методические указания по разработке раздела; 3. Налоговый кодекс РФ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1) Формирования концепции проекта; 2) SWOT-анализ проекта; 3) Планирование проекта; 4) Оценка рисков проекта; 5) Составление бюджета проекта; 6) Оценка экономической эффективности проекта;	1) SMART анализ целей проекта и паспорт целей проекта; 2) Матрица SWOT – анализа проекта; 3) Диаграмма Ганта для работ в проекте; 4) Матрица вероятности рисков/потерь;
---	--

	<p>5) Первоначальные инвестиции, затраты на амортизацию, текущие затраты;</p> <p>6) Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта</p>
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина В.А.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Колдунов Иван Леонидович		

Введение в раздел 4

В машиностроении всегда было актуально совершенствование технологий, оптимизация производства, повышение функциональности и качества выпускаемой продукции.

Целью данного раздела является разработка инженерного проекта под названием «Разработка конструкции несущей рамы и привода вертикального перемещения для стола с изменяемой высотой рабочей плоскости».

Существует немало направлений деятельности, где приходится выполнять разные виды работы, чередуя их друг с другом. Специалисты, которые постоянно переключаются между различными видами работы, могут регулировать положение стола, чтобы всегда занимать комфортное положение. То же относится и к рабочим местам, где разные люди последовательно сменяют друг друга, каждый подстраивает положение стола под себя.

Применяют регулируемую мебель и в мастерских, и во многих организациях. Фрилансеры, работники творческих направлений, офисные сотрудники по работе с документами – все трудятся эффективнее, имея возможность настраивать рабочее место под себя. Причём актуально это и тогда, когда в процессе используется оборудование вроде компьютера, и когда такого оборудования нет.

Специально для этого в конструкцию стола внедряют электроприводы и другие аксессуары, которые упрощают регулировку столешницы.

4.1. Концепция проекта

Проект – это ограниченное по времени целенаправленное изменение отдельной системы с изначально четко определенными целями, достижение которых определяет завершение проекта, с установленными требованиями к срокам, результатам, риску, расходованию средств и ресурсов и организационной структуре.

Любой проект начинается с осознания и формулировки проблем или возможных перспектив для предприятия, его структурного подразделения, любой другой группы лиц. Причинами создания проекта могут быть неудовлетворенный спрос, наличие избыточных ресурсов, инициатива предпринимателей и т.д.

Проблема описывается в проекте так, чтобы можно было составить представление об ее значимости и масштабах. При описании проблемы определяются факторы (социальные, экономические, технические и др.) необходимости разработки и реализации предлагаемого проекта. Для технических и инвестиционных проектов могут быть выполнены и представлены данные технико-экономического обоснования, подтверждающие актуальность проекта в конкретной сфере производства, конкретной организации, конкретного региона или муниципального образования (города, района, поселка и т.д.).

В большинстве случаев для обоснования актуальности проблемы и предлагаемого проекта необходимы маркетинговые исследования – целенаправленный, систематизированный сбор, обработку и оценку информации об окружающей среде предполагаемого проекта.

Описание проблемы разработки проекта позволяют определить цели и задачи проекта. Для оценки цели и ее проработанности используют SMART-тест. Название теста образовано первыми буквами английских слов, обозначающих следующие критерии оценки целей проекта.

Наш проект - разработка конструкции привода для стола с регулируемой по высоте рабочей плоскостью.

В первую очередь проведем SMART-анализ целей проекта. Результаты анализа представлены в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1 – SMART анализ целей проекта

Обозначение	Перевод	Вопросы	Ответы
S	конкретность	Что планируется достигнуть? Четко и ясно ли это определено?	Планируется разработать конструкции привода для стола с регулируемой по высоте рабочей плоскостью. Цель определена чётко и ясно.
M	измеримость	В чем будет проявляться результат? Как будет измеряться результат?	Будет подготовлена вся техническая документация, по которой можно будет сделать готовое изделие.
A	достижимость	Возможно ли достичь поставленную цель с учетом имеющихся ресурсов?	Проектная группа достаточно квалифицирована, информационной и материальной базы достаточно для достижения поставленной цели.
R	актуальность	Действительно ли достижение цели необходимо участникам проекта? Какая выгода будет извлечена?	Изделие востребовано на рынке. У изделия большой потенциал для модернизации.
T	временные рамки	Определяется время для достижения цели. Достаточно ли выделено времени для достижения цели?	Для достижения цели выделено 3 месяца, этого времени достаточно.

Для формирования концепции проекта составим паспорт проекта. Для удобства, паспорт будет оформлен в виде таблицы (см. Таблицу 4.1.2).

Таблица 4.1.2 - Паспорт проекта

Наименование	Описание
Название проекта	Разработка конструкции привода для стола с регулируемой по высоте рабочей плоскостью
Участники проекта	Колдунов И.Л.
Проблема, которую нужно решить	Рыночная стоимость данного типа изделий делает их недоступными для широкого потребителя
Краткое описание проекта	На рынке есть несколько компаний, производящих данное изделие, но их цена высока. В рамках нашего проекта будет создан аналог, стоимость которого ниже среднерыночной. Для изготовления будут использоваться недорогие и доступные материалы.
Потребители проекта	Офисы, лаборатории, конструкторские бюро, физические лица
Цель проекта	Спроектировать привод для стола с регулируемой по высоте рабочей плоскостью, стоимость мелкосерийного изготовления которого ниже чем у конкурентов.
Цель проекта	Спроектировать привод для стола с регулируемой по высоте рабочей плоскостью, стоимость мелкосерийного изготовления которого ниже чем у конкурентов.
Временные рамки	3месяца
Ориентировочный бюджет	30000 руб.
Способ или технология, при помощи, которых будет реализован проект	Разработка конструкции будет произведена проектной группой. Часть комплектующих будет произведена собственными силами на 3D-принтере. Подбор поставщиков остальных комплектующих для изделия будет осуществлён с помощью открытого конкурса - тендера. Сборка изделия будет производиться проектной группой.
Преимущества данной идеи	Повышение технологичности Снижение цены
Ограничения и допущения	Стоимость готового изделия должна быть ниже, чем у конкурентов Необходимо использовать электропривод

Для каждого проекта может быть построено множество взаимосвязанных целей, отражающих структуру самого проекта и его участников. Цели проекта, структура проекта и организация участников проекта могут описываться взаимосвязанными иерархическими (древовидными) структурами (Рис.4.1.1).

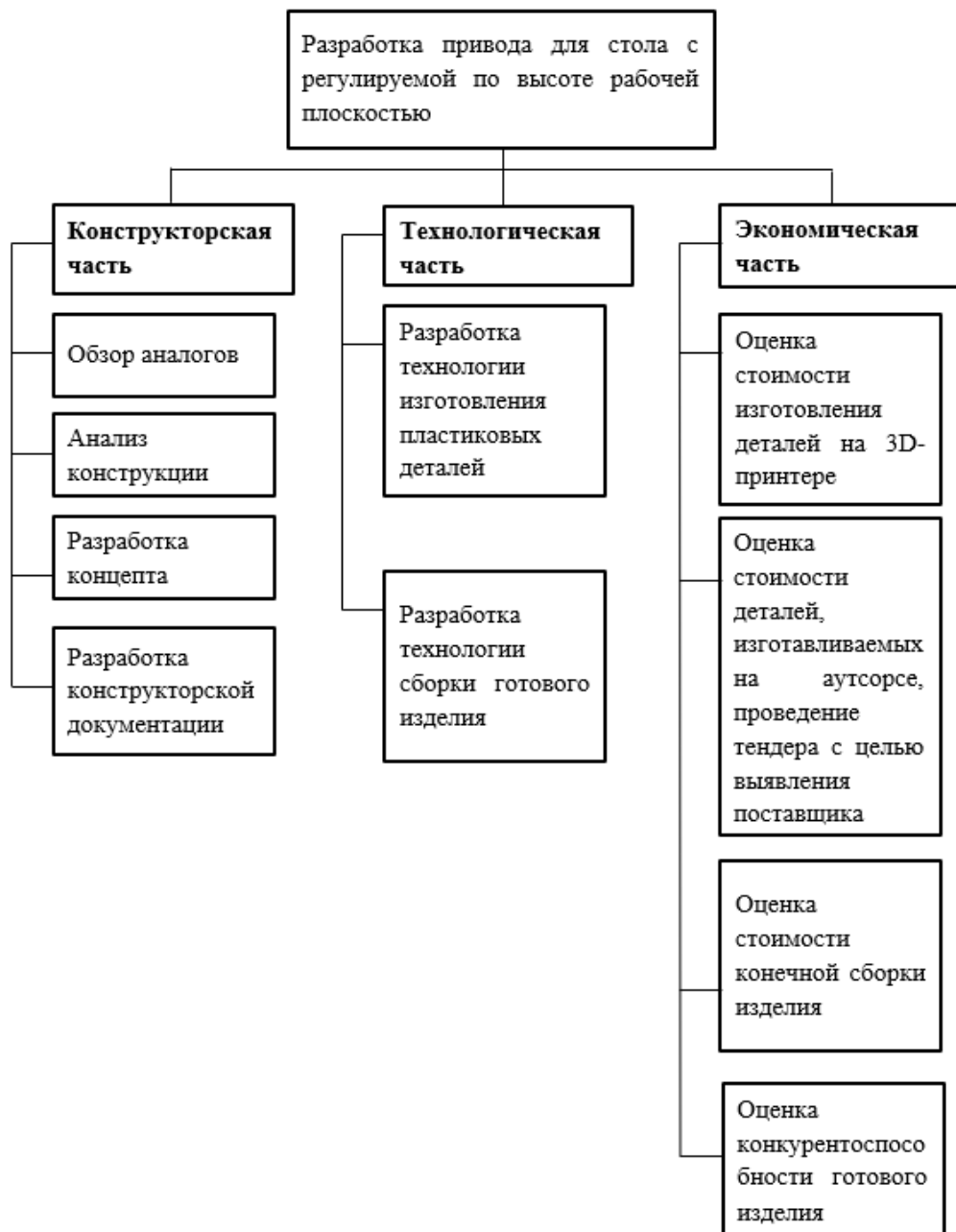


Рисунок 4.1.1 – Дерево целей

Таким образом, был выполнен смарт-анализ целей проекта, была сформулирована концепция проекта, заполнен паспорт проекта, построено дерево целей проекта.

4.2. Выполнение SWOT-анализа проекта

Применим метод SWOT анализа – это анализ сильных и слабых сторон организации, а также возможностей и угроз со стороны внешней окружающей среды. «S» и «W» относятся к состоянию компании, а «O» и «T» к внешнему окружению организации.

Для компактного описания ситуации, в рамках которой предстоит разрабатывать и реализовывать конкретный проект можно использовать такой метод как SWOT-анализ.

Strengths – сильные стороны;

Weakness – слабые стороны;

Opportunities – возможности;

Threats – угрозы.

SWOT анализ – это анализ сильных и слабых сторон организации, а также возможностей и угроз со стороны внешней окружающей среды. «S» и «W» относятся к состоянию компании, а «O» и «T» к внешнему окружению организации.

Внутренняя среда проекта включает работников, занятых в проекте, способ или технология осуществления проекта, имеющиеся материально-вещественные и информационные ресурсы.

Внешняя среда может быть определена как множество сил и субъектов, которые оказывают непосредственное или опосредованное влияние на проект.

Факторы, оказывающие немедленное и непосредственное влияние, относятся к среде прямого воздействия; все другие, оказывающие опосредованное влияние на фирму, – к среде косвенного воздействия.

К основным факторам среды прямого воздействия относятся поставщики, потребители, конкуренты и контактные аудитории

Среда косвенного воздействия включает факторы, которые могут не оказывать немедленного воздействия на проект, но, тем не менее, сказываются на его результатах. Эти факторы можно подразделить на государственно-политические, экономические, социально-демографические, международные, научно-технологические и правовые и т.д.

По результатам ситуационного анализа можно оценить, обладает ли компания (проект) внутренними силами и ресурсами, чтобы реализовать имеющиеся возможности и противостоять угрозам, и какие внутренние недостатки требуют скорейшего устранения.

На первом этапе проведения анализа необходимо выявить 5-10 сильных, слабых сторон, возможностей и угроз.

Сильные стороны. Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции. Другими словами, сильные стороны – это ресурсы или возможности, которыми располагает руководство проекта и которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей. При этом важно рассматривать сильные стороны и с точки зрения руководства проекта, и с точки зрения тех, кто в нем еще задействован. При этом рекомендуется задавать следующие вопросы:

- Какие технические преимущества вы имеете по сравнению с конкурентами?
- Что участники вашего проекта умеют делать лучше всех?
- Насколько ваш проект близок к завершению по сравнению с конкурентами?

Слабые стороны. Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с

конкурентами. Чтобы прояснить в каких аспектах вас, возможно, превосходят конкуренты, следует спросить:

- Что можно улучшить?
- Что делается плохо?
- Чего следует избегать?

Возможности. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию. Формулирование возможностей проекта можно упростить, ответив на следующие вопросы:

- Какие возможности вы видите на рынке? Проводите поиск свободных ниш, но помните, что свободными они остаются недолго. Благоприятная возможность, увиденная сегодня, может перестать существовать уже через три месяца. Благоприятные возможности могут возникать в силу действия следующих факторов:

- изменения в технологической сфере и на рынке – как мирового, так и регионального масштаба;
- изменения правительственной политики в отношении отрасли, где проводится научное исследование;
- изменения социальных стандартов, профиля населения, стиля жизни и т.д.

- В чем состоят благоприятные рыночные возможности?
- Какие интересные тенденции отмечены?
- Какие потребности, пожелания имеются у покупателя, но не удовлетворяются конкурентами?

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые

имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту. Для выявления угроз проекта рекомендуется ответить на следующие вопросы:

- Какие вы видите тенденции, которые могут уничтожить ваш научно-исследовательский проект или сделать его результаты устаревшими?
- Что делают конкуренты?
- Какие препятствия стоят перед вашим проектом (например, изменения в законодательстве, снижение бюджетного финансирования проекта, задержка финансирования проекта и т.п.)?
- Изменяются ли требуемые спецификации или стандарты на результаты научного исследования?
- Угрожает ли изменение технологии положению вашего проекта?
- Имеются ли у руководства проекта проблемы с материально-техническим обеспечением?

Заполним таблицу для проведения анализа связи между внешними и внутренними факторами (Таблица 4.2.1).

Таблица 4.2.1 - Матрица SWOT-анализа

		Внутренние факторы	
Внешние факторы		<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>Наличие возможности самостоятельного изготовления части комплектующих изделия</p> <p>В проектной группе состоят опытные конструктора</p> <p>Участие в проекте опытного дизайнера</p> <p>Участие маркетологов в проекте</p> <p>Высокая мотивация на достижение успеха всех участников команды</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Проект находится на стадии разработки конструкции прототипа в то время, когда у конкурентов уже имеется налаженное производство продукции</p> <p>Ограниченный бюджет</p> <p>Целевая аудитория еще не знакома с нашей продукцией</p> <p>В наличии слабая материально - производственная база</p> <p>Зависимость от поставщиков комплектующих, так как многие детали изготавливаются сторонними компаниями</p>
	<p>Возможности:</p> <p>Наличие спроса на изделия данного типа на рынке для домашнего использования</p> <p>Учебные заведения нуждаются в данной продукции</p>	<p>Если получится создать изделие по цене ниже среднерыночной и не уступающее по качеству аналогам, то прибыли могут быть крайне высоки.</p>	<p>Если не получится создать изделия такого же качества как у конкурентов но по более низкой цене, то спроса на наше изделие не будет, так как потребители будут делать заказы у</p>

<p>Проект востребован для людей с ограниченными возможностями</p> <p>Изделие актуально для некоторых типов производств</p> <p>Кажется, что цена у конкурентов сильно завышена относительно себестоимости, т.е. мы можем продавать изделия сходного качества по цене ниже рыночной, все еще имея удовлетворительную маржу</p>	<p>Также можно уменьшить цену продаваемого изделия увеличив количество желающих приобрести его.</p>	<p>проверенных поставщиков.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>Возможность появления пандемии, за которой последуют все связанные с карантином экономические осложнения</p> <p>Могут появиться новые налоги</p> <p>Могут быть введены новые международные санкции</p> <p>Имеющееся в наличии оборудование может выйти из строя, а ресурс на его восстановление недостаточно</p> <p>Возможна потеря основных источников финансирования</p>	<p>В случае выхода из строя оборудования оно может быть отремонтировано силами проектной группы.</p>	<p>В случае потери части финансирования могут возникнуть проблемы с производством изделия.</p> <p>Поставщики могут поднять цену на комплектующие вследствие изменения экономической ситуации. Это скажется на себестоимости</p>

4.3. Планирование проекта

Планирование проекта направлено на разработку плана проекта, в котором определены все действия, необходимые для осуществления проекта. План проекта необходим для координации деятельности всех участников проекта. Он описывает, что, кто, как и когда будет делать. Необходимо определить действия, и ответственных за их выполнение. Для каждой операции необходимо определить ресурсы для их выполнения.

Планирование проекта включает выполнение ряда этапов.

Сначала нужно провести детальную декомпозицию проекта на базовые работы (этапы), определить их продолжительность (Таблица 4.3.1), последовательность или параллельность выполнения, требуемые ресурсы. Это делается на основании раздела «Формирование концепции проекта».

Таблица 4.3.1 – Работы при реализации проекта

Номер	Наименование	Время выполнения	Количество исполнителей
1	Обзор аналогов и анализ их конструкции	3 дня	1
2	Разработка прототипа и конструкторской документации для его производства	20 дней	3
3	Разработка технологии производства, выбор компаний - поставщиков и экономическая оценка себестоимости изделия	10 дней	3
4	Производство прототипа, его испытание и выявления проблем конструкции	2 дня	3
5	Исправление выявленных проблем и налаживание мелкосерийного производства	15 дней	2

Далее, используя данные таблицы 8, построим график Ганта. Мы выбрали график Ганта а не сетевой, так как большинство работ выполняются последовательно.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения проекта. При этом работы на графике целесообразно следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Графика Ганта приведен ниже (таблица 4.3.2).

Таблица 4.3.2 – График Ганта

Номер	Продолжительность (дни)				
1	3 дня				
2	20 дней				
	20 дней				
		17 дней			
3			10 дней		
			10 дней		
			10 дней		
4				2 дней	
				2 дней	
				2 дней	
5					15 дней
					15 дней
					15 дней

	Главный конструктор
	Конструктор - технолог
	Технолог - сборщик

Продолжительность проекта 47 дней.

4.4. Оценка рисков проекта

Риск – это возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой возникновение различного рода потерь.

Единой классификации рисков проекта не существует. Можно выделить следующие основные группы рисков, присущие практически всем проектам: политические, экономические, социальные, технологические, экологические, финансовые, организационные, маркетинговые, кадровые, технические.

Политические риски – это риски, обусловленные изменением политической обстановки в стране и мире.

Экономические риски – это риски, обусловленные изменением экономической ситуации в стране и мире.

Социальные риски – это риски, связанные с социальными кризисами.

Экологические риски – это вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде, или отдалённых неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду.

Технологические риски – это риски, связанные с развитием научно-технического прогресса, применяемыми технологиями в стране и мире.

Финансовые риски – это риски, связанные с вероятностью потерь финансовых ресурсов, вложенных в проект.

Организационные риски – это риски, связанные с организацией осуществления проекта.

Маркетинговые риски – это риски, связанные с неправильным осуществлением маркетинговых исследований, неверным выбором стратегии продаж, ошибочным выбором целевого сегмента, взаимодействием с партнерами и контрагентами и т.д.

Кадровые риски – это риски, связанные с ошибками персонала, реализующего проект.

Технические риски – это риски, связанные с организацией производства.

Оценка рисков производится в процессе планирования проекта и включает качественный и количественный анализ. Качественная оценка рисков помогает идентифицировать риски и причины их вызывающие, а количественная оценка определить вероятность наступления риска/потерь и влияние последствий рисков на проект.

Оценка рисков осуществляется в несколько этапов. Сначала следует определить основные группы рисков проекта, описать, в чем заключается каждая группа рисков (таблица 4.4.1).

Таблица 4.4.1 – Определение рисков

п/п	№	Наименование риска	Описание риска
1		Политические	<ul style="list-style-type: none"> • внесение изменений в таможенной системе на законодательном уровне; • изменения, связанные с деятельностью налоговых органов;
2		Экономические	<ul style="list-style-type: none"> • Поставщики могут поднять цену на комплектующие • повышение цен на материалы
3		Социальные	<ul style="list-style-type: none"> • конфликт компании с общественностью • нежелательное поведение сотрудников, партнёров и т.д.
4		Экологические	<ul style="list-style-type: none"> • нарушение природного равновесия • негативное воздействие на человека
5		Технологические	<ul style="list-style-type: none"> • низкие технологические

		возможности производства
6	Финансовые	•Несвоевременное финансирование или потеря части финансирования
7	Организационные	•забастовка персонала
8	Маркетинговые	•неэффективность рекламы •непредвиденная конкуренция •ошибка в выборе стратегии продаж
9	Кадровые	•потеря ключевых сотрудников в результате увольнений, переманивания, потерей трудоспособности или смерти •низкая квалификация и производительность сотрудников
10	Технические	•Ошибочный выбор программной или технической платформы •выход из строя оборудования •несвоевременной поставкой оборудования и поставки некачественного оборудования

Затем выполнить оценку вероятности риска по шкале вероятности риска (таблица 4.4.2) и шкале оценки уровня потерь (таблица 4.4.3). Результат оценки представить в виде таблиц 4.4.3 и 4.4.4.

Таблица 4.4.2 – Шкала оценки вероятности риска

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

Таблица 4.4.3 – Шкала оценки уровня потерь

Оценка уровня потерь	
Уровень потерь	Значение
Нулевой	Даже если данное событие произойдет, то оно не повлечет за собой никаких потерь.

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

Таблица 4.4.3 – Оценка вероятности риска

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

Таблица 4.4.4 – Оценка уровня потерь

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

Далее необходимо заполнить таблицу «Матрица вероятности рисков/потерь» на основе приведенной шкалы (таблица 4.4.5).

Таблица 4.4.5 – Оценка уровня потерь

Матрица вероятности рисков/потерь				
		Уровень потерь		
		Высокий	Средний	Низкий
Вероятность	Высокая	2	2	3, 9, 10
	Средняя	4	5, 6, 8	1, 7
	Низкая	3, 9, 10	1, 7	2

Красная область – высокий риск;
Желтая область – существенный риск;
Синяя область – умеренный риск;
Зеленая область – незначительный риск.

После оценки рисков необходимо разработать мероприятия по снижению рисков (таблица 4.4.6).

4.4.6 – Основные мероприятия по снижению риска

№ п/п	Наименование риска	Мероприятия по снижению риска
1	Политические	• Страхование риска
2	Экономические	• Страхование риска
3	Социальные	• Установление правил поведения сотрудников • заключения договоров с партнёрами и т.д.
4	Экологические	• подготовка обслуживающего персонала к действиям в аварийной ситуации • страхование риска
5	Технологические	• обновление технологической базы
6	Финансовые	• Корректное формирование бюджета, планирование финансового резерва
7	Организационные	• Компенсационные выплаты • Своевременная выплата заработной платы; • Избежание массовых увольнений рабочих.
8	Маркетинговые	• Привлечение специалиста по продажам
9	Кадровые	• Зависимость зп от количества и качества выполняемой работы • повышение квалификации персонала
10	Технические	• Проведение выбора платформ на тендерной основе, сравнение платформ • привлечения к реализации проекта участников с большим опытом эксплуатации оборудования, с заранее оговоренными сроками и проведенными заранее проверками на определение качества оборудования

Для всех рисков необходимо проводить мероприятия по их снижению, так как ни один из них не попал в категорию "незначительный риск".

4.5. Составление бюджета проекта

Бюджет проекта – это план, выраженный в количественных показателях и отражающий затраты, необходимые для достижения поставленной цели проекта. Составление бюджета проект предполагает расчет первоначальных инвестиций, необходимых для разработки и внедрения проекта и расчет текущих затрат на проект.

4.5.1. Расчет первоначальных инвестиций для разработки и внедрения проекта

В этом разделе необходимо определить сумму инвестиций для осуществления инженерного проекта. Итоговые данные целесообразно обобщить в форме таблицы 4.5.1.

Таблица 4.5.1 – Объекты и направления инвестиций

Наименование объекта	Кол-во	Цена за единицу	Общая стоимость
Строительство производственных помещений, м ²	-	-	-
Приобретение оборудования и других основных фондов	1	100000	100000
Расходы на монтаж и наладку оборудования	1	5000	5000
Расходы на оборотные средства*	1	67000	67000
Организационные расходы	1	2000	2000
Приобретение объектов интеллектуальной собственности	-	-	-
Всего инвестиций			174000

*Принять в размере 1/12 от стоимости текущих затрат.

4.5.2. Расчет текущих затрат на разработку и внедрение проекта

Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, например, приобретаемое сырьё и материалы, комплектующие изделия, полуфабрикаты и т.д. Здесь необходимо отразить какое именно сырьё или материалы, комплектующие изделия или полуфабрикаты нужно приобрести для разработки и реализации проекта, в каком количестве, а также привести их примерную стоимость (таблица 4.5.2).

Таблица 4.5.2 – Материальные затраты

Наименование материала	Единицы измерения	Количество	Цена за 1 ед., руб.	Затраты, руб.
Столешня	шт	30	1000	30000
Электропривод	шт	30	4000	12000
Винтовой привод	шт	30	1500	45000
Детали для рамы	шт	150	25	3750
Пластиковые детали	шт	120	120	14400
				Итого: 105150

Расчет затрат на заработную плату

В данную статью включается заработная плата всех сотрудников, непосредственно участвующих в разработке и реализации проекта.

Расходы на заработную плату состоят из двух частей: основная и дополнительная заработная плата.

Расчет затрат на основную заработную плату

Основная заработная плата включает в себя оклад, премии, доплаты, надбавки и районный коэффициент. Поэтому для расчета основной заработной платы нужно узнать среднерыночный оклад, количество рабочих дней, режим работы сотрудника (5-дневная или 6-дневная рабочая неделя), премиальный коэффициент (если он планируется) и районный коэффициент (таблица 4.5.3).

Для заполнения таблицы 19, в частности графы должность, количество человек, количество рабочих дней следует обратиться к разделу «4.3 Планирование проекта». Режим работы и премиальный коэффициент определим самостоятельно. Примерный оклад посмотрим в сети Интернет. Районный коэффициент для Томска составляет 1,3.

Таблица 4.5.3 – Исходные данные для расчета основной заработной платы

№ п / п	Должность	Количество человек	Режим работы	Количество рабочих дней (Тр)	Оклад (Зок)	Премиальный коэффициент (Кпр)	Районный коэффициент (Кр)
1	Главный конструктор	1	5	56	40000	0,2	1,3
2	Конструктор - технолог	1	5	56	35000	0,2	1,3
3	Технолог-сборщик	1	5	56	30000	0,2	1,3

Расчет основной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times Тр$$

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

Тр – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дни.

Расчет среднедневной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м}}{F_{д}}$$

З_м – заработная плата работника за месяц, руб.

F_д – количество дней в течение месяца, раб. дни.

F_д для 5-дневной рабочей недели принять равным 22.

F_д для 6-дневной рабочей недели принять равным 26.

Расчет заработной платы работника за месяц ведется по формуле:

$$З_{м} = З_{ок} \times (1 + K_{пр}) \times K_{р}$$

З_{ок} – оклад работника за месяц, руб.

K_{пр} – премиальный коэффициент (0,1-0,3);

K_р – районный коэффициент (для Томска 1,3).

Проведем все расчеты:

$$З_{м1} = З_{ок} \times (1 + K_{пр}) \times K_{р} = 40000 \times (1 + 0,2) \times 1,3 = 62400;$$

$$З_{м2} = З_{ок} \times (1 + K_{пр}) \times K_{р} = 35000 \times (1 + 0,2) \times 1,3 = 54600;$$

$$З_{м3} = З_{ок} \times (1 + K_{пр}) \times K_{р} = 30000 \times (1 + 0,2) \times 1,3 = 46800;$$

$$З_{дн1} = \frac{З_{м}}{F_{д}} = \frac{62400}{22} = 2836;$$

$$З_{дн2} = \frac{З_{м}}{F_{д}} = \frac{54600}{22} = 2482;$$

$$З_{дн3} = \frac{З_{м}}{F_{д}} = \frac{46800}{22} = 2127;$$

$$З_{осн1} = З_{дн} \times T_{р} = 2836 \times 47 = 133292$$

$$З_{осн2} = З_{дн} \times T_{р} = 2482 \times 47 = 116654$$

$$З_{осн3} = З_{дн} \times T_{р} = 2127 \times 47 = 99969$$

Расчет основной заработной платы сведем в таблицу 4.5.4.

Таблица 4.5.4 – Расчет основной заработной платы за период работы над проектом

Должность	З _{дн} , руб.	T _р	З _{осн}
Главный конструктор	2837	56	158800
Конструктор - технолог	2482	56	139000

Технолог - сборщик	2127	56	119100
			Итого: 416900

Расчет затрат на дополнительную заработную плату

Затраты по дополнительной заработной плате учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет затрат на дополнительную заработную плату ведется по следующей формуле:

$$\text{Здоп} = \text{Зосн} \times \text{Кдоп}$$

Зосн – затраты на основную заработную плату;

Кдоп – коэффициент дополнительной заработной платы (0,12-0,15).

$$\text{Здоп} = \text{Зосн} \times \text{Кдоп} = 416900 \times 0,12 = 50000$$

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)

Страховые взносы – это 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.

Расчет страховых отчислений ведется по следующей формуле:

$$\text{Зотч} = (\text{Зосн} + \text{Здоп}) \times \text{Котч}$$

Зосн – затраты на основную заработную плату;

Здоп – затраты на дополнительную заработную плату;

Котч – доля отчислений на страховые взносы (0,3).

$$\text{Зотч} = (\text{Зосн} + \text{Здоп}) \times \text{Котч} = (416900 + 50000) \times 0,3 = 140000$$

Расчет амортизационных отчислений

Амортизация представляет собой процесс постепенного переноса стоимости основных средств и нематериальных активов на выпускаемую с их помощью продукцию. Начисление амортизации осуществляется для накопления денежных средств с целью полного восстановления (реновации) основных средств и нематериальных активов. Отчисления, предназначенные для возмещения стоимости изношенной части основных средств и нематериальных активов, называются амортизационными.

В данном разделе следует рассчитать амортизацию используемых основных средств и нематериальных активов. Амортизацию необходимо рассчитывать линейным способом. Расчет амортизации следует вести отдельно для каждого основного средства или нематериального актива.

Норма амортизации рассчитывается по следующей формуле:

$$A_n = \frac{1}{N} * 100\%$$

N – срок полезного использования.

Срок полезного использования определяется согласно Постановлению Правительства РФ от 01.01.2002 г. №1 «О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы».

Годовые амортизационные отчисления рассчитываются по следующей формуле:

$$A_g = C_{осн} \times A_n$$

C_{осн} – стоимость основного средства;

A_n – норма амортизации.

Ежемесячные амортизационные отчисления рассчитываются по следующей формуле:

$$A_m = \frac{A_g}{12}$$

A_г – годовые амортизационные отчисления.

Итоговая сумма амортизации основных средств рассчитывается по формуле:

$$A = A_m \times n$$

n – количество месяцев использования основного средства или нематериального актива, определяется согласно разделу «Планирование проекта».

Расчет затрат на амортизацию сведем в таблицу 4.5.5.

$$A_{н1} = \frac{1}{N} * 100\% = \frac{1}{36} * 100\% = 2,78\%$$

$$A_{н2} = \frac{1}{N} * 100\% = \frac{1}{60} * 100\% = 1,67\%$$

$$A_{н3} = \frac{1}{N} * 100\% = \frac{1}{36} * 100\% = 2,78\%$$

$$A_{м1} = C_{осн} \times A_n = \frac{60000 \cdot 2,78}{100} = 1670$$

$$A_{м2} = C_{осн} \times A_n = \frac{20000 \cdot 1,67}{100} = 340$$

$$A_{м3} = C_{осн} \times A_n = \frac{200000 \cdot 2,78}{100} = 5560$$

Срок проекта: 2 месяца

Таблица 4.5.5 – Затраты на амортизацию

Наименование	Затраты, руб.
01 Амортизация 3д принтера	3340
02 Амортизация программного обеспечения	780
03 Амортизация компьютеров	11120
	Итого: 15240

Расчет накладных расходов

Накладные расходы – это прочие расходы, не относящиеся к предыдущим статьям. Например, оплата услуг связи, электроэнергии, отопления, канцелярские товары, реклама, охрана и т.д.

Расчет накладных расходов ведется по формуле:

$$\text{Знакл} = \text{Зосн} \times \text{Кнакл}$$

Зосн – затраты на основную заработную плату;

Кнакл – коэффициент накладных расходов (0,8-2,0).

$$\text{Знакл} = \text{Зосн} \times \text{Кнакл} = 416900 \times 0,8 = 333500;$$

Формирование бюджета текущих затрат

Рассчитанная величина текущих затрат является основой для формирования бюджета затрат проекта. Бюджет текущих затрат на проект приведен в таблице 5.5.6.

Таблица 5.5.6 – Расчет бюджета текущих затрат

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	105150	9,91
Затраты на заработную плату (основная и дополнительная)	466900	44,01
Страховые взносы	140000	13,20
Затраты на амортизацию	15240	1,44
Накладные расходы	333500	31,44
Общий бюджет	1060800	100%

Общий бюджет составил 1060800 рублей, наибольший удельный вес имеет заработная плата, а наименьший - затраты на амортизацию.

4.6. Оценка эффективности проекта

Эффективность проекта показывает соответствие затрат и результатов проекта интересам и целям участников, а также интересам государства и населения.

Эффективность проекта определяется с помощью интегрального показателя по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \times b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя проведем в форме таблицы (таблица 4.6.1).

Таблица 4.6.1 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Параметры/объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,3	7	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	3
3. Грузоподъемность	0,2	5	3
4. Плавность работы	0,15	4	3
5. Надежность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	5	3
ИТОГО	1		

$$I_{p-uch1} = 7*0,3 + 5*0,2 + 5*0,2 + 4*0,15 + 4*0,25 + 5*0,15 = 6,45;$$

$$I_{p-uch2} = 3*0,3 + 3*0,2 + 3*0,2 + 3*0,15 + 4*0,25 + 3*0,15 = 4,00$$

Исходя из расчётов можно сделать вывод о том, что наш проект является более эффективным, если сравнивать его с аналогами конкурентов.

Заключение раздела 4

В ходе работы над проектом была проработана концепция проекта, обозначена актуальность, обозначены главная цель, составляющие главной цели, а также задачи по достижению целей. Рассмотрены прямые и косвенные факторы, оказывающие влияние на проект. В результате был составлен паспорт проектной идеи.

Анализ потенциала проекта показал сильные и слабые стороны проекта, угрозы и возможности. Такой инструмент как squad – анализ показал, что внедряемая продукция является перспективной, а наиболее конкурентоспособным поставщиком оказалась компания «Shapdesk».

В ходе планирования проекта были определены сроки реализации проекта, а именно: начало – 1 апреля 2020 года, окончание – 31 июня 2020 года. Также разработан список работ, необходимых для реализации проекта, и составлен сетевой график.

Расчет бюджета проекта показал, что требуется 1167000 рублей для реализации проекта по всем статьям расходов.

При оценке эффективности проекта был сделан вывод что он является более эффективным по сравнению с конкурентами.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Задание для раздела

Студенту:

Группа	ФИО
4А7В	Колдунов Иван Леонидович

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Разработка конструкции несущей рамы и привода вертикального перемещения для стола с изменяемой высотой рабочей плоскости	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования: Оптимизация конструкции стола с регулируемой по высоте рабочей поверхностью для изготовления с применением технологии 3Д печати деталей.</p> <p>Область применения: рабочие места на производстве, рабочие места в офисах.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1. ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя.</p> <p>2. ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя.</p> <p>3. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.</p> <p>4. ГОСТ 23000-78. Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования.</p> <p>5. ГОСТ EN 894-1-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 1. Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p>	<p>1. Статические перегрузки, связанные с рабочей позой;</p>

<p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>3. Отклонение показателей микроклимата от норм;</p> <p>4. Нервно-психические перегрузки, связанные с умственным перенапряжением, перенапряжением анализаторов, монотонностью труда и эмоциональными перегрузками;</p> <p>5. Перенапряжение зрительного анализатора;</p> <p>6. Умственные перегрузки;</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>1. При утилизации оборудования в конце срока использования возможно негативное воздействие на литосферу</p> <p>2. При производстве оборудования возможно негативное воздействие на атмосферу во время нанесения краски аэрозольным методом</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Возможные ЧС: взрыв, обрушение сооружений, утечка газа.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Колдунов Иван Леонидович		

Введение в раздел 5

В ВКР выполняется разработка стола с регулируемой по высоте рабочей плоскостью для офисных и производственных работ. Стол такой конструкции будет позволять выполнять как работы в сидячем положении, так и стоя. В первую очередь стол планируется для работы с компьютером и другим электронным лабораторным оборудованием. Также изделия будут применяться на производстве - на местах выполнения сборочных и слесарных операций.

Цель данной работы – создание надежной и удобной конструкции, которая будет дешевле чем аналогичные решения на рынке. Это позволит повысить популярность таких столов, что положительно скажется на уровне здоровья рабочих и учащихся, так как чередование работы сидя и работы стоя – очень полезно для здоровья, так как это позволяет избежать статических перегрузок и переутомления.

В данном разделе внимание уделяется обеспечению безопасности изделия на протяжении всего его жизненного цикла - от разработки, до утилизации.

В первую очередь должны быть рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Следует ознакомиться со специальными нормами трудового законодательства, которые относятся к проектируемому изделию, его производству, эксплуатации и утилизации.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно специфике проектируемого изделия (регулируемый по высоте стол с пультом управления и индикатором текущей высоты), при создании конструкции должны регламентироваться следующие аспекты:

- удобство работы оператора за столом в положении сидя;
- удобство работы оператора за столом в положении стоя;
- взаимодействие оператора с пультом-индикатором;
- требования к освещенности рабочих мест;
- время работы за таким столом;
- условия в помещении, в котором располагается стол.

Ниже рассмотрим правовые акты и правовые нормы трудового законодательства, которые регламентируют данные вопросы.

ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя. [24]

В этом документе приводятся физиологические и антропометрические требования по организации рабочего места для выполнения работы в положении сидя для людей разного роста. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Согласно этому нормативному документу, высота рабочей поверхности и средств расположения информации должна удовлетворять следующим требованиям (рис.5.1.2.).

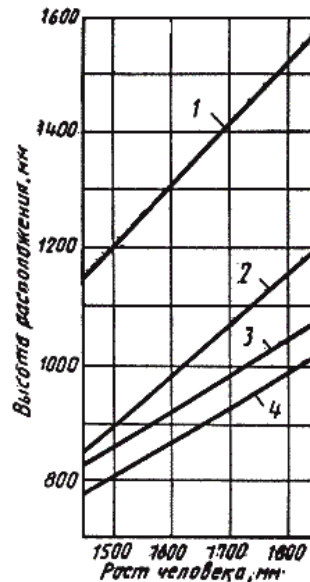


Рисунок 5.1.2 - Номограмма зависимости высоты расположения средств отображения информации (1) и высоты рабочей поверхности (2 - при легкой работе, 3 - при работе средней тяжести, 4 - при тяжелой работе) от роста человека.

Еще одно требование: все операции должны быть возможны выполнены в пределах доступности рабочего поля (рис.5.1.2)

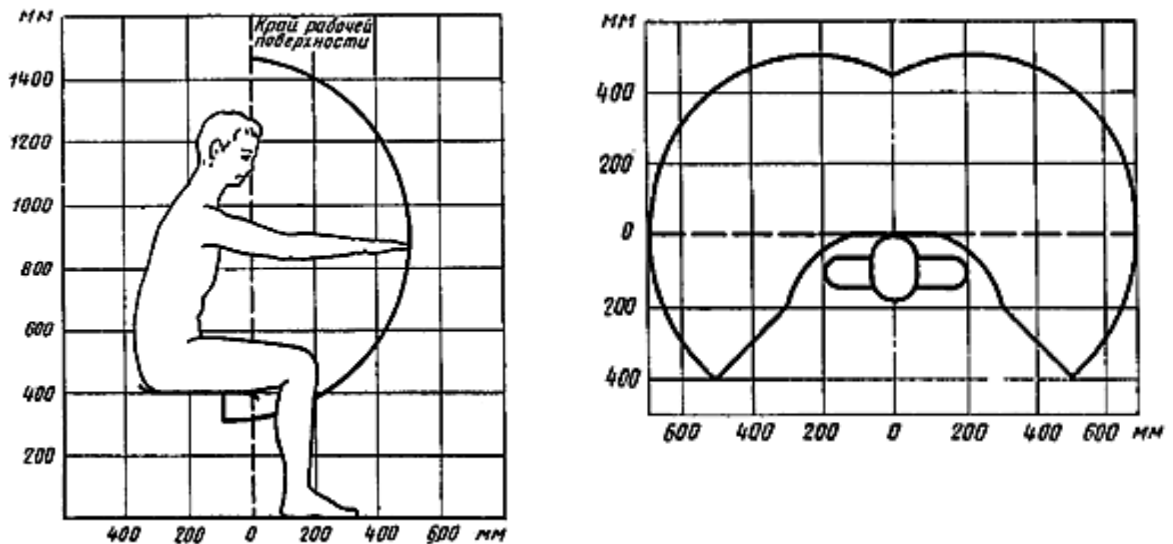


Рисунок 5.1.2 - Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека.

ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя. [25]

В этом документе приводятся физиологические и антропометрические требования по организации рабочего места для выполнения работы в положении стоя для людей разного роста. Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунке 5.1.3

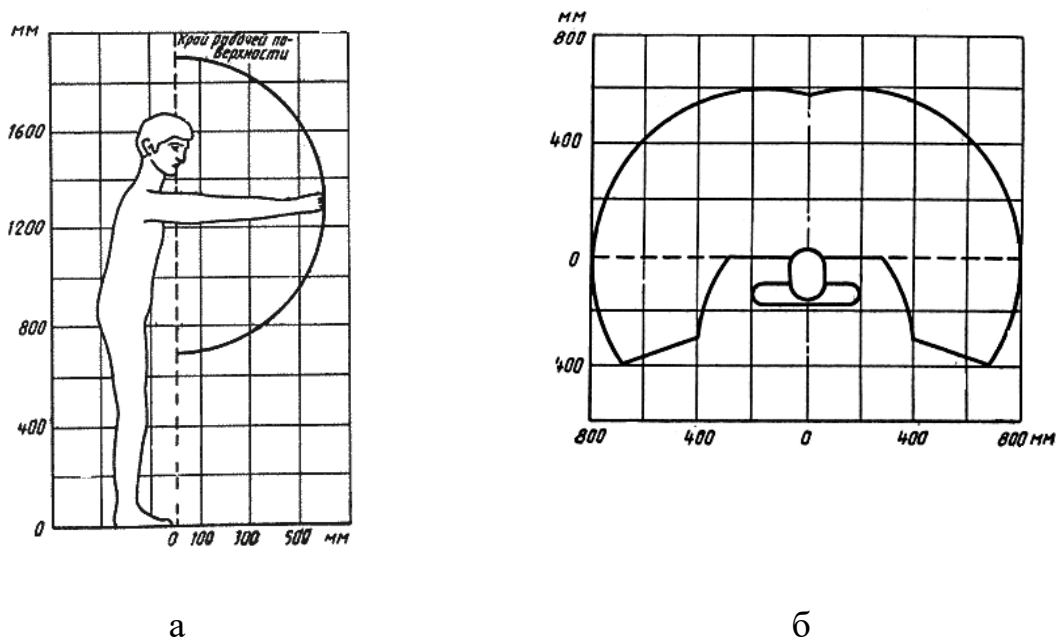


Рисунок 5.1.1 Зона досягаемости моторного поля в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскости.

ТК РФ Статья 91. Понятие рабочего времени. [26]

Согласно этой статье, нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда. Работодатель обязан вести учет времени, фактически отработанного каждым работником.

ТК РФ Статья 147. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда. [26]

Статья содержит информацию об оплате труда работников, работающих во вредных и опасных условиях труда: оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере. Минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 4 процента тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда.

Гарантии и компенсации за вредные условия труда — это способы социальной защиты работников производств, оказывающих негативное влияние на их здоровье. Под вредными условиями труда следует понимать те, которые характеризуются присутствием на предприятии факторов, негативно влияющих на состояние здоровья работников и их дееспособность. Статья 14 № 426-ФЗ содержит подробную классификацию производств по степени вредности.

В зависимости от того, к какой категории опасности относится производство, государство устанавливает различные гарантии и компенсации для людей, которые на них трудятся:

- уменьшение рабочего времени;
- дополнительный ежегодный отпуск;
- доплата за вредные условия труда;
- досрочный выход на пенсию;
- обязательное проведение периодических медосмотров за счет работодателя.

5.2. Производственная безопасность

Во время производства и эксплуатации проектируемого изделия присутствуют опасные и вредные факторы, которые могут оказывать негативное воздействие на человека (таблица 5.2.1).

Таблица 5.2.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Статические перегрузки, связанные с рабочей позой;	+	+	+	ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя; [24] ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя. [25]
Недостаточная освещенность рабочей зоны;	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [27]
Отклонение показателей микроклимата от норм;	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [28]
Нервно-психические перегрузки, связанные с умственным перенапряжением, перенапряжением анализаторов, монотонностью труда и эмоциональными перегрузками;	+	+		Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. [29]

Ниже проведем анализ каждого выявленного фактора, приведем и обоснуем мероприятия по снижению уровня их воздействий.

Статические перегрузки, связанные с рабочей позой.

В случае выполнения работ в течении продолжительного времени без смены позы, накапливается напряжение в мышцах спины и мышцах шеи. Это происходит в случае работы за компьютером, или в случае выполнения однообразных операций вручную, например, сборке чего-либо, и т.п.

Для защиты от этого фактора рекомендуется во время такой работы делать короткий перерыв на разминку каждый час, и длинный перерыв каждые

три часа. Также можно делать перерывы, общие для всех работников, находящихся в одном помещении для совместной разминки.

Еще одним хорошим способом защиты от этого вредного фактора является добавление чередования сидячей и стоячей работы. Проектируемое изделие как-раз направлено на решение этой задачи.

Также необходимо уделить особое внимание непосредственно организации самих рабочих мест: рабочее место при работе сидя должно быть организовано в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя., а при работе стоя должно быть организовано в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.033-78. Рабочее место при выполнении работ стоя.

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Данный фактор приводит к снижению общего самочувствия работника. При хроническом воздействии происходит ухудшение зрения.

Рекомендуется помимо естественного освещения из окон, использовать искусственное освещение электрическими светильниками. Оно может быть представлено двумя видами: общее равномерное (светильники на потолке) и местное (осветители непосредственно на рабочих местах).

Для снижения вредного воздействия этого фактора рекомендуется перед установкой оборудования в помещение пригласить туда специалистов со специальным прибором (люксметром). Они произведут замер текущей освещенности в районе рабочего места, и, при необходимости, дадут рекомендации по его корректировке в соответствии со СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.

Отклонение показателей микроклимата от норм.

Микроклимат помещения, в котором находится человек характеризуется температурой, влажностью и скоростью движения воздуха.

Необходимо чтобы микроклимат соответствовал СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Они представлены в таблице 5.3.3.

Таблица 5.3.3 - Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Оптимальные значения характеристик микроклимата				
Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	20 – 24	21 – 25	40 – 60	0,1
Теплый	23 – 25	22 – 26	40 – 60	0,1
Допустимые значения характеристик микроклимата				
Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	20 – 25	19 – 26	15 – 75	0,1
Теплый	21 – 28	20 – 29	15 – 75	0,1 – 0,2

Как и в предыдущем случае, перед установкой оборудования, рекомендуется пригласить специалистов со специальным прибором (термометром, гидрометром, анемометром), чтобы они замерили текущие показатели. На основе этих данных возможно потребуются мероприятия по улучшению микроклимата: установка дополнительных нагревателей/кондиционеров, увлажнителей или десикантов.

Нервно-психические перегрузки, связанные с умственным перенапряжением, перенапряжением анализаторов, монотонностью труда и эмоциональными перегрузками.

Для уменьшения воздействия этого вредного фактора необходимо проводить мероприятия по снижению стресса. Например, вести здоровый образ жизни, полноценно восстанавливаться после рабочего дня. Работодатель должен заботиться о том, чтобы жизнь работника была благополучной не только в рабочих вопросах, но и в личных

Зачастую этому фактору подвержены операторы, занимающиеся слежением за показателями данных, контролю за выполнением автоматических операций. Поэтому для того, чтобы снизить воздействие этого вредного фактора на операторов машин следует располагать органы управления (пульты) в соответствии с ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. Из этого документа следует, что при размещении органов управления необходимо выполнять следующие эргономические требования:

- органы управления должны располагаться в зоне досягаемости моторного поля;
- наиболее важные и часто используемые органы управления должны быть расположены в зоне легкой досягаемости моторного поля;
- органы управления, связанные с определенной последовательностью действий оператора, должны группироваться таким образом, чтобы действия оператора осуществлялись слева направо и сверху вниз;
- расположение функционально идентичных органов управления должно быть единообразным на всех панелях рабочего места;
- расположение органов управления должно обеспечивать равномерность нагрузки обеих рук и ног человека-оператора.

5.3. Экологическая безопасность

В ходе анализа жизненного цикла проектируемого изделия выявлено два фактора опасности для окружающей среды:

1. При утилизации стола в конце срока использования возможно негативное воздействие на литосферу;
2. При производстве стола возможно негативное воздействие на атмосферу во время нанесения краски аэрозольным методом;

Для предотвращения влияния первого фактора опасности процедура утилизации должна выполняться в соответствии с ГОСТ Р 53692-2009

Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов. Конструкционная сталь - основной материал, из которого состоит изделие, из нее выполнен корпус и подвижные части. Также применен металл бронза. Эти металлы должны быть отправлены на переработку, в пункты приема черного и цветного металла соответственно. Также в изделии применены в большом количестве пластиковые детали. Они должны быть сданы в пункты приема пластика. Готовые изделия (двигатели, драйверы, пульта-индикаторы) должны быть сданы на переработку в компании, занимающиеся переработкой этих узлов.

Для предотвращения влияния второго фактора необходимо чтобы при производстве во время нанесения краски аэрозольным методом применялась покрасочная камера, вытяжка из которой должна быть оборудована фильтрами воздуха. Фильтры должны удовлетворять ГОСТ Р ЕН 779-2014 Фильтры очистки воздуха общего назначения. Определение техничекй характеристик.

5.4. Безопасность в ЧС

Согласно анализу, возможные ЧС при разработке, производстве и эксплуатации проектируемого решения: пожар, взрыв, обрушение сооружений, утечка газа.

Рассмотрим более подробно наиболее вероятный вид ЧС – пожар. Возможный источник его возникновения – неполадки в электрической части стола, которые могут привести к короткому замыканию и сильному нагреву в проводке или микросхемах, который может вызвать тление пластиковых деталей, воспламенение столешницы или предметов, лежащих на столе и вокруг него.

Для предотвращения этого необходимо в первую очередь озаботиться пожаробезопасности конструкции, а именно:

- применять качественные стыки проводки (клеммы);
- спрятать все провода в негорючие кабель-каналы;

– использовать в изделии только качественные и сертифицированные электродвигатели и иные электронные устройства;

Так же рекомендуется расположить в районе рабочего места, оснащенного данной техникой, устройства пожарной сигнализации и пожаротушения. В качестве средств пожаротушения рекомендованы порошковые огнетушители ГОСТ Р 51017-2009. В качестве средств пожарной сигнализации рекомендуется применять оборудование, соответствующее ГОСТ Р 53325-2012. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний.

Заключение раздела 5

В ходе выполнения раздела выполнен анализ вредных и опасных факторов, присутствующих во время производства, эксплуатации и утилизации конструкции «рабочий стол с регулируемой по высоте столешницей». По результатам анализа были разработаны меры по снижению воздействия выявленных факторов, которые могут быть внедрены и применены как на участках производства изделия, так и во время его проектирования. Также были рассмотрены факторы негативного влияния на экологию, и приведены практические рекомендации, при применении которых такое воздействие будет минимальным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен аналитический обзор, в котором были рассмотрены существующие кинематические схемы изделий. Была создана классификация существующих и потенциально возможных технических решений. Построена модель регулируемого стола в САД программе «SolidWorks». Был сделан расчет и подбор приводов. В ходе раздела технологическая часть был создан маршрут для производства детали под названием «Ходовой винт» - произведен расчет припусков для обработки. Проведена экономическая оценка и расчёт материальных затрат. В разделе социальной ответственности были рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при проектировании, изготовлении и эксплуатации стола, а также приведены меры по их устранению и предотвращению

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вечко Ю.И., Эйнбиндер В.М. Оргтехника и технологическое оснащение рабочих мест. СПб.: ЛЕНИЗДАТ, 1985.
2. Столы и рамы для столов с электрической регулировкой по высоте из Дании // ConSet URL: <http://consetrus.ru/products-page/stol-na-2-kh-oporakh> (дата обращения: 16.03.21).
3. Регулируемые столы // ERGOSTOL URL: <https://ergostol.ru/catalog/> (дата обращения: 16.03.21).
4. Рычажные механизмы: анализ, типы, применение // СТАНКИ ЭКСПЕРТ URL: <https://stankiexpert.ru/tehnologicheskaya-osnastka/zapchasti/rychazhnye-mekhanizmu.html> (дата обращения: 10.02.21).
5. ЭНКОДЕР: ЧТО ЭТО ТАКОЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ, ВИДЫ, ДЛЯ ЧЕГО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ // techtrends URL: <https://techtrends.ru/resources/articles/enkoder/> (дата обращения: 01.03.21).
6. ГОСТ 8639-82. Трубы стальные квадратные. Сортамент // ТЕХЭКСПЕРТ URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-8639-82> (дата обращения: 01.03.21).
7. Кинематическая схема станков и механизмов // СТАНКИ ЭКСПЕРТ URL: <https://stankiexpert.ru/tehnologii/skhema-kinematiceskaya.html> (дата обращения: 02.03.21).
8. Виханский, Олег Самуилович. Менеджмент: учебник / О. С. Виханский, А. И. Наумов. — 6-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Магистр Инфра-М, 2018. — 656 с.
9. Инвестиционный менеджмент: учебник / С. Е. Метелев [и др.]. — Москва: Форум Инфра-М, 2018. — 288 с.
10. «Инженерный центр «Энергосервис»[Электронный ресурс]: официальный сайт ООО «Инженерный центр «Энергосервис», 1992 – 2017. URL: <http://www.ens.ru/companу/> (дата обращения 25.10.2018).

11. ОДУ Сибири [Электронный ресурс]: официальный сайт АО «СО ЕЭС», 2009 – 2017. URL: http://so-ups.ru/?id=odu_siberia (дата обращения 02.10.2018).
12. Попов, Сергей Александрович. Актуальный стратегический менеджмент. Видение - цели - изменения: учебно-практическое пособие / С. А. Попов. — Москва: Юрайт, 2019. — 448 с.
13. Поташева, Галина Анатольевна. Управление проектами (проектный менеджмент): учебное пособие / Г. А. Поташева. — Москва: Инфра-М, 2016. — 223 с.
14. «Прософт-Системы» [Электронный ресурс]: официальный сайт ООО «Прософт-Системы», 1995 – 2017. URL: <http://www.prosoftsystems.ru/pages/about> (дата обращения 25.10.2018).
15. «РТСофт» [Электронный ресурс]: официальный сайт АО «РТСофт», 1992 – 2017. URL: http://so-ups.ru/?id=odu_siberia (дата обращения 25.10.2018).
16. Средство от опасных перетоков. 50 Герц. // Корпоративный бюллетень АО «Системный оператор Единой энергетической системы». — 2017. — №3 (27). — С. 1 – 3.
17. Смирнова, Татьяна Леонидовна. Менеджмент в ядерной отрасли: учебное пособие / Т. Л. Смирнова; Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт (СТИ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — 233 с.
18. Райченко, Александр Васильевич. Общий менеджмент: учебное пособие / А. В. Райченко; Институт экономики и финансов "Синергия". — Москва: Инфра-М, 2009. — 384 с.
19. Филинов, Николай Борисович. Разработка и принятие управленческих решений: учебное пособие / Н. Б. Филинов; Высшая школа экономики (ГУ-ВШЭ), Высшая школа менеджмента (ВШМ). — Москва: Инфра-М, 2009. — 308 с.

20. Столы и рамы для столов с электрической регулировкой по высоте из Дании // ConSet URL: <http://consetrus.ru/products-page/stol-na-2-kh-oporakh> (дата обращения: 16.03.21).

21. Регулируемые столы // ERGOSTOL URL: <https://ergostol.ru/catalog/> (дата обращения: 16.03.21).

22. Рычажные механизмы: анализ, типы, применение // СТАНКИ ЭКСПЕРТ URL: <https://stankiexpert.ru/tehnologicheskaya-osnastka/zapchasti/rychazhnye-mekhanizmu.html> (дата обращения: 10.02.21).

23. ЭНКОДЕР: ЧТО ЭТО ТАКОЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ, ВИДЫ, ДЛЯ ЧЕГО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ // techtrends URL: <https://techtrends.ru/resources/articles/enkoder/> (дата обращения: 01.03.21).

24. ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя. [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 09.06.2021).

25. ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя. [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 09.06.2021).

26. ТК РФ Глава 15. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. [Электронный ресурс]: КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/58cd704980e53439cd5284a157af9fa41f01a5f9/ (дата обращения 09.06.2021).

27. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/4560541973913> (дата обращения 09.06.2021).

28. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]: Электронный фонд

правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения 09.06.2021).

29. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения 09.06.2021).

30. Бельков, В.Н. Основы расчёта и конструирования винтовых механизмов: учеб. пособие / В. Н. Бельков. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 160 с.

31. ГОСТ 24737-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная однозаходная. Основные размеры // Электронный фонд правовой и нормативно - технической документации URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012253> (дата обращения: 16.03.21).


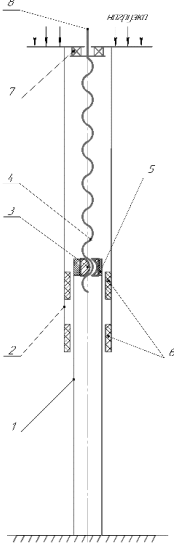
32. ГОСТ 8639-82. Трубы стальные квадратные. Сортамент // ТЕХЭКСПЕРТ URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-8639-82> (дата обращения: 01.03.21).


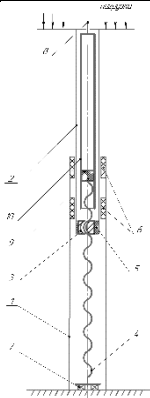
33. Кинематическая схема станков и механизмов // СТАНКИ ЭКСПЕРТ URL: <https://stankiexpert.ru/tehnologii/skhema-kinematicheskaya.html> (дата обращения: 02.03.21).

34. Шаговые двигатели // Darxston класс точности URL: https://darxton.ru/catalog_section/bipolyarnye-shagovyje-dvigateli/ (дата обращения: 14.03.21).

35. Шаговые двигатели и аксессуары // CNC technology URL: <https://cnc-tehnologi.ru/shagovye-dvigateli-i-aksessuary> (дата обращения: 14.03.21).

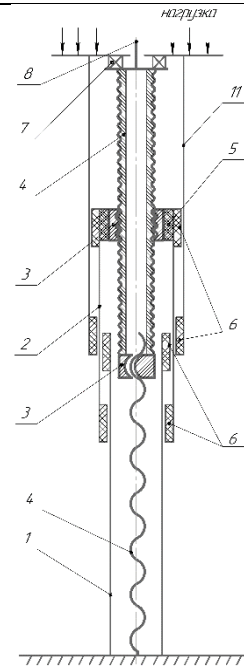
Приложение А – Обзор прототипов

Номер	Название	Изображение изделия	Кинематическая схема	Описание	Характеристики
1				<p>Выдвижные ножки с одной подвижной секцией.</p> <p>Верхняя секция больше нижней.</p> <p>Индивидуальные червячные приводы.</p> <p>Винтовая передача.</p>	<p>$L = 69 \dots 119$ см ($\Delta = 50$ см);</p> <p>$m_{\text{груза}} = 160$ кг;</p> <p>$v_{\text{подъема}} = 38$ мм/сек;</p> <p>$P = 400$ Вт;</p>

2	«Ergostol optima»,			<p>Выдвижные ножки с одной подвижной секцией.</p> <p>Верхняя секция меньше нижней.</p> <p>Общий червячный привод.</p> <p>Винтовая передача.</p>	<p>$L = 69 \dots 117 \text{ см}$ ($\Delta = 48 \text{ см}$);</p> <p>$m_{\text{груза}} = 80 \text{ кг}$;</p> <p>$v_{\text{подъема}} = 30 \text{ мм/сек}$;</p> <p>$m = 32 \text{ кг}$;</p> <p>$P = 90 \text{ Вт}$;</p>
---	--------------------	---	---	---	--

3

«ConSet 501-43», Дания



Выдвижные ножки
с двумя
подвижными
секцией.

Верхние секции
больше нижних.

Общий червячный
привод.

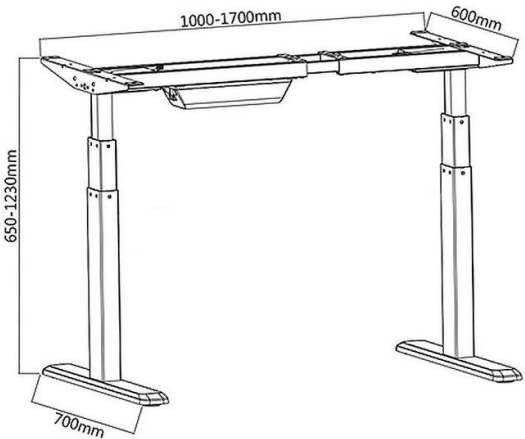
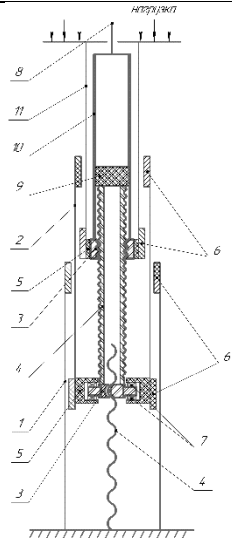

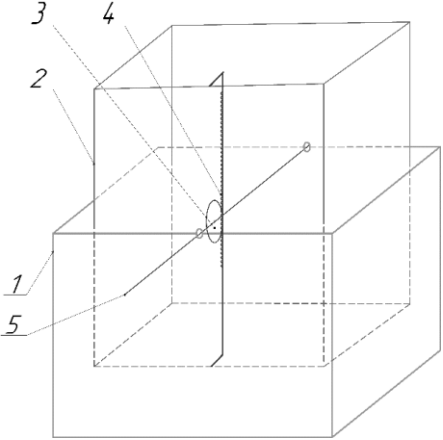
Две винтовых
передачи.


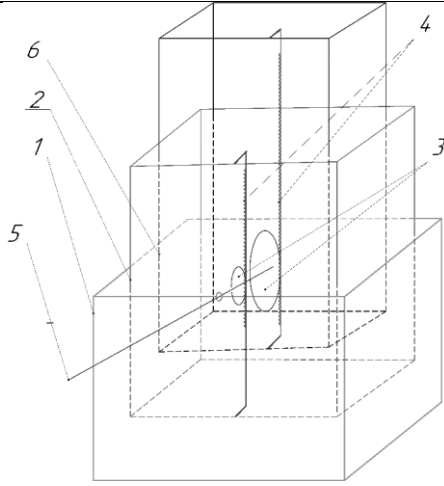

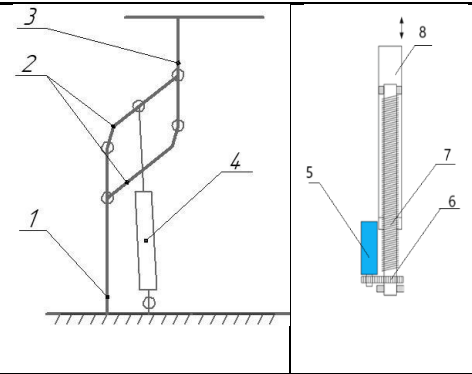
$L = 63 \dots 123 \text{ см}$
($\Delta = 60 \text{ см}$);

$m_{\text{груза}} = 100 \text{ кг}$;

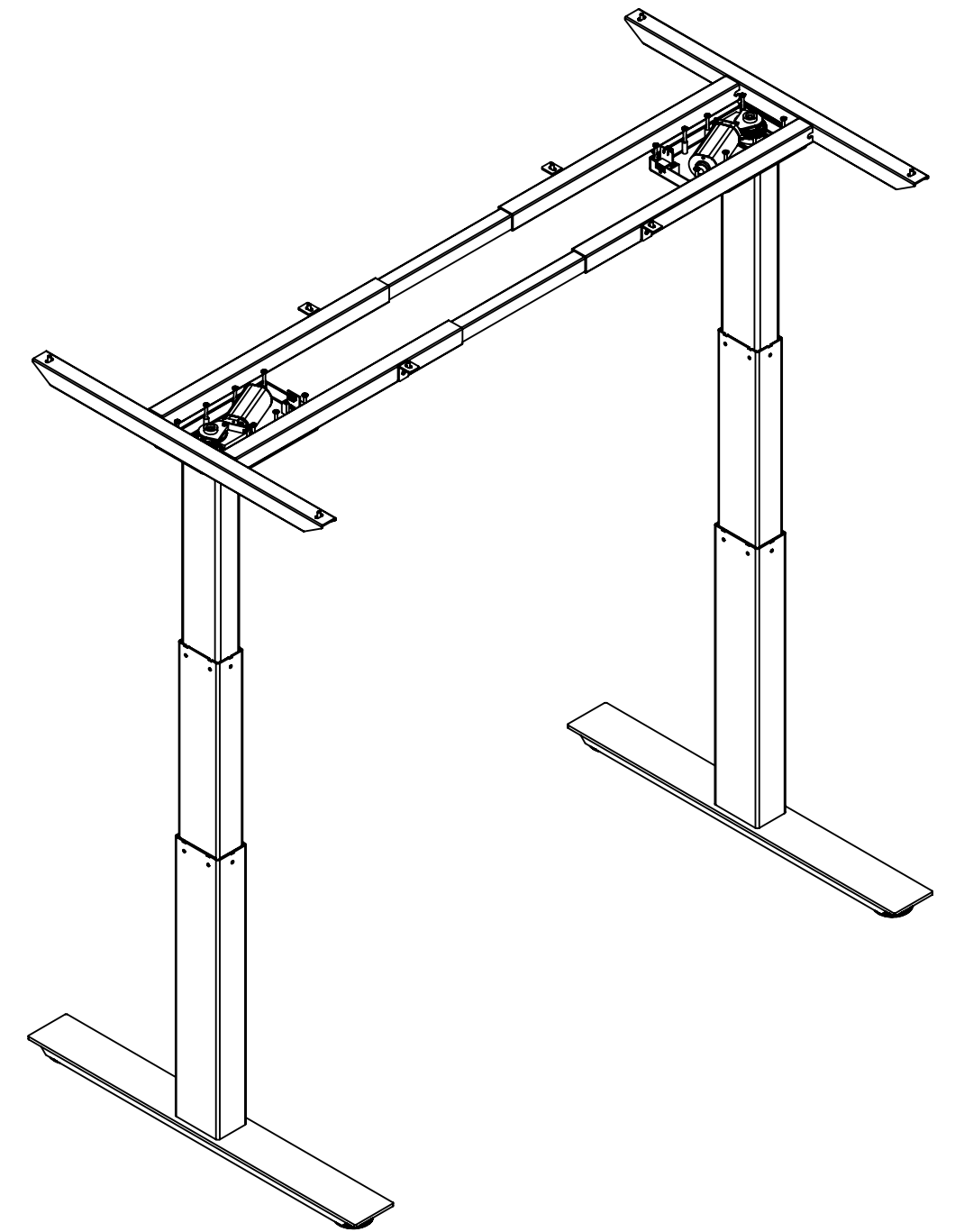
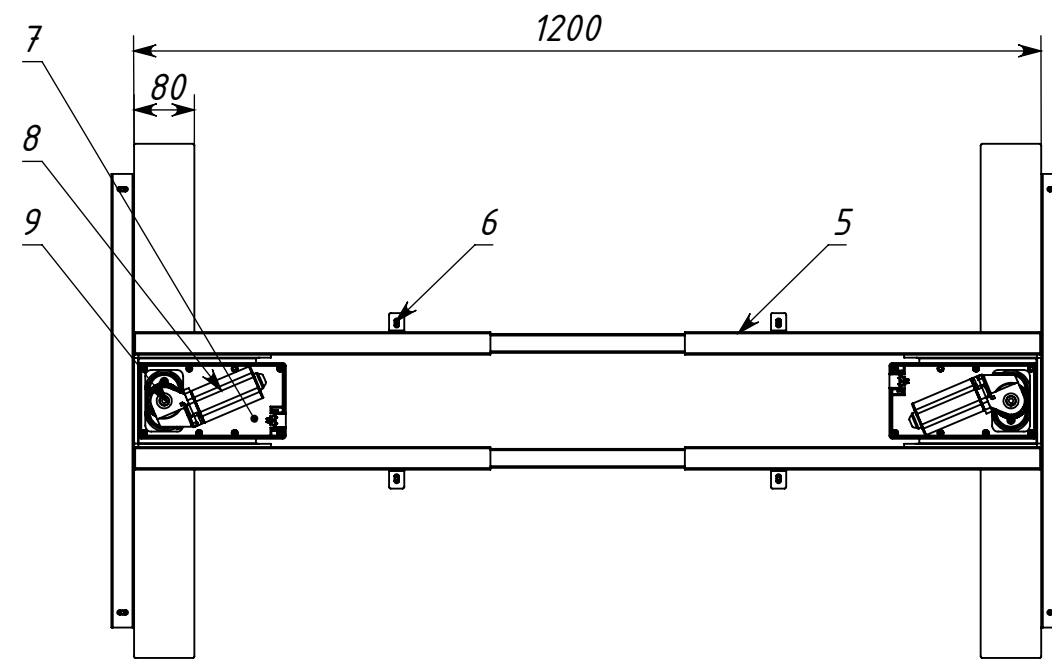
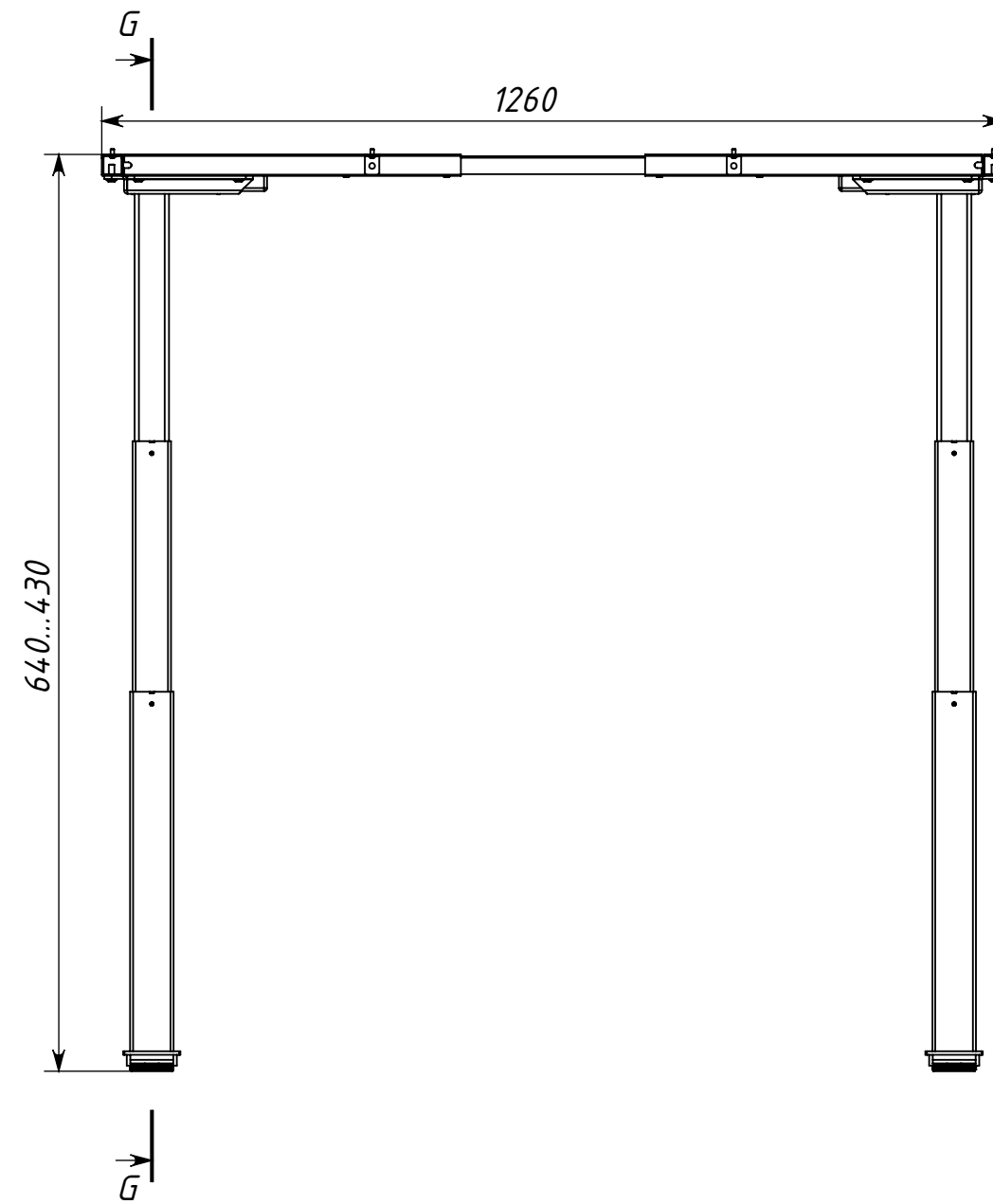
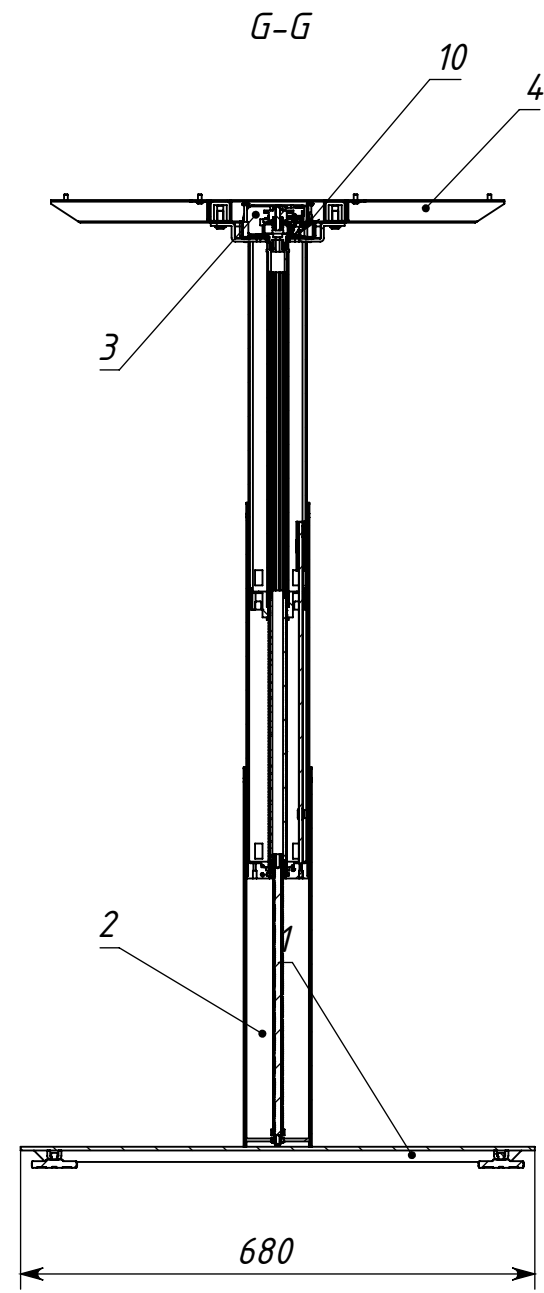
$v_{\text{подъема}} = 32 \text{ мм/сек}$;

$m = 23 \text{ кг}$;

4	«Ergostol vida», Дания			<p>Выдвижные ножки с двумя подвижными секцией.</p> <p>Верхние секции меньше нижних.</p> <p>Индивидуальные червячные приводы.</p> <p>Две винтовых передачи.</p>	<p>$L = 65 \dots 123 \text{ см}$ ($\Delta = 58 \text{ см}$);</p> <p>$m_{\text{груза}} = 100 \text{ кг}$;</p> <p>$v_{\text{подъема}} = 38 \text{ мм/сек}$;</p> <p>$m = 20 \text{ кг}$;</p>
5	«ConSet 501-15», Дания			<p>Выдвижные ножки с одной подвижной секцией.</p> <p>Верхняя секция меньше нижней.</p> <p>Общий червячный привод.</p> <p>Реечная передача.</p>	<p>$L = 66 \dots 118 \text{ см}$ ($\Delta = 52 \text{ см}$);</p> <p>$m_{\text{груза}} = 70 \text{ кг}$;</p> <p>$v_{\text{подъема}} = 25 \text{ мм/сек}$;</p> <p>$m = 24 \text{ кг}$;</p> <p>$P = 60 \text{ Вт}$;</p>

6	«Ergostol duo plus»			<p>Выдвижные ножки с двумя подвижными секциями.</p> <p>Верхние секции меньше нижних.</p> <p>Общий червячный привод.</p> <p>Две реечных передачи.</p>	<p>$L = 63 \dots 130$ см ($\Delta = 67$ см);</p> <p>$m_{\text{груза}} = 125$ кг;</p> <p>$v_{\text{подъема}} = 28$ мм/сек;</p> <p>$m = 34$ кг;</p>
7	«МЕНСА ВОЛЬТ», Россия			<p>Пространственные ножки</p> <p>Линейный актуатор</p>	<p>$L = 74 \dots 125$ см ($\Delta = 51$ см);</p> <p>$m_{\text{груза}} = 120$ кг;</p>

Приложение Б – Сборочный чертеж изделия



Технические характеристики:

1. Возможные высотные положения столешницы - от 69 до 120 см
2. Грузоподъемность стола - не менее 200 кг
3. Скорость подъема - не менее 3,5 см/с (весь путь между крайними положениями за 14-15 сек)

Технические требования:

1. Сопряженные детали в подвижных соединениях должны перемещаться плавно от усилия руки, без люфтов и заеданий.
2. Детали и сборочные единицы должны храниться в крытых складских помещениях при температуре от 5 до 30 ° С и относительной влажности воздуха до 85 %.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий H14, валов h14, остальных ±IT14/2

Перв. примен.
Справ. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

ИШНПТ-8/62145.00.00.00 СБ							
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Колдунов			15.06.2021			1:10
Пров.	Буханченко						
Т.контр.					Лист 1	Листов 1	
Нач. КБ							
Н.контр.							
Утв.	Буханченко						

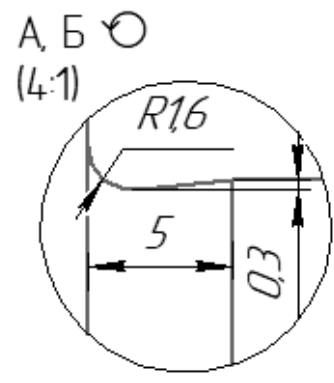
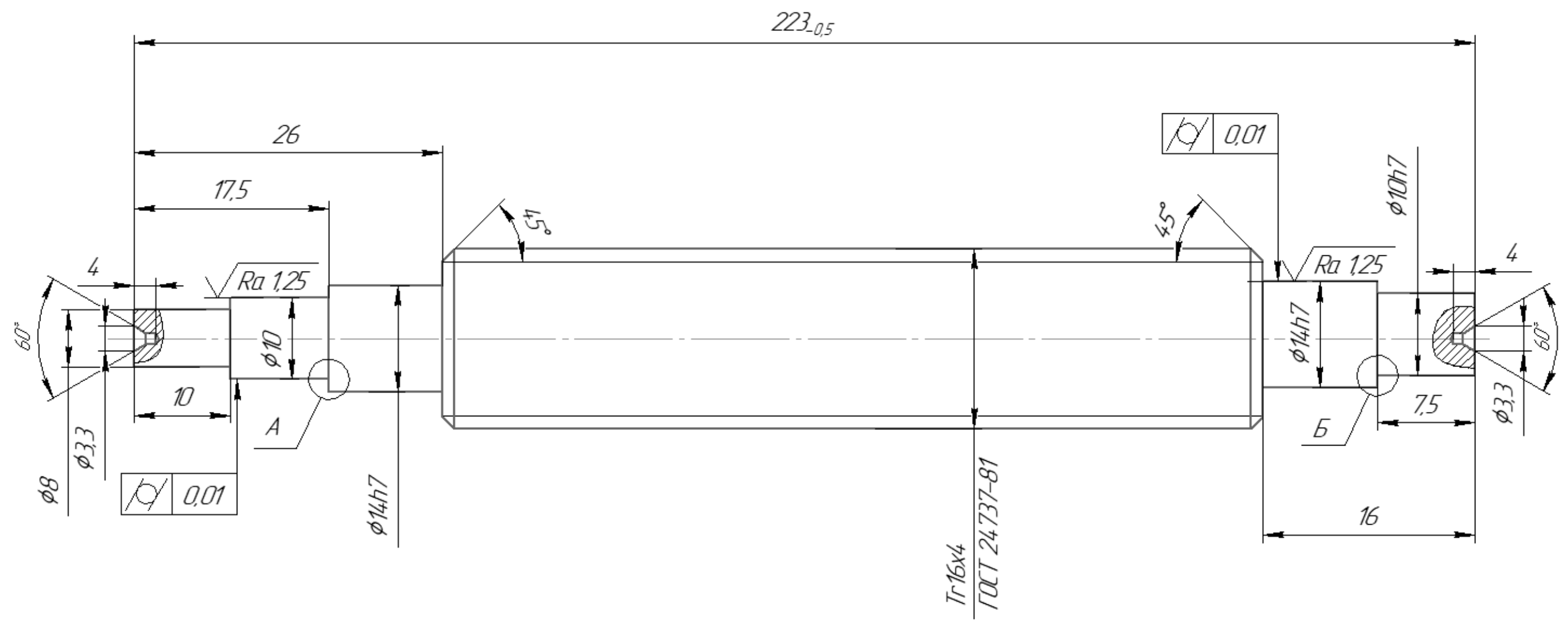
Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A2			ИШНПТ-8Л62145.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
			ИШНПТ-8Л62145.ПЗ	Пояснительная записка		
A4				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ИШНПТ-8Л62145.01.00.00	Основание ножки	2	
		2	ИШНПТ-8Л62145.02.00.00	Регулируемая ножка	2	
		3	ИШНПТ-8Л62145.03.00.00	Крепление ножки к раме	2	
		4	ИШНПТ-8Л62145.04.00.00	Верхняя поперечная секция	2	
		5	ИШНПТ-8Л62145.05.00.00	Верхняя продольная секция	2	
		6	ИШНПТ-8Л62145.06.00.00	Корпус электропривода	2	
		7	ИШНПТ-8Л62145.07.00.00	Электродвигатель	2	
		8	ИШНПТ-8Л62145.08.00.00	Червячный редуктор	2	
				<u>Детали</u>		
		9	ИШНПТ-8Л62145.00.00.01	Уголок боковой	4	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Винт М5х12 ГОСТ 11738-84	8	
					8	

					ИШНПТ-8Л62145.00.00.00		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Рама регулируемого стола		
Разраб.		Колдунов					
Пров.		Буханченко					
Н.контр.							
Утв.		Буханченко					
					Лит.	Лист	Листов
					У		1

Приложение В – Чертеж детали «Винт ходовой»

ИШНПТ-8/162145.00.00.12

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ (\checkmark)



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

- 286HB min.
- Неуказанные фаски 0,1x45°
- Неуказанные предельные отклонения размеров: $\pm \frac{IT14}{2}$.

				ИШНПТ-8/162145.00.00.12			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
							1:1
Разраб.		Колдунов					
Проб.		Сикора					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		ТПУ ИШНПТ Группа 4А7В
Утв.					Копировал		Формат А3