

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы – Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Автоматизированная приводная система реабилитационной кровати в области спина – бедро</b>

УДК 684.42-182.7-056.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Богданов Дмитрий Андреевич		

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	-		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## Результаты обучения

### по направлению

### 15.03.01 Машиностроение

#### по специализации Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств

Вый про	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, строительного-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 строительного-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, состоящую из 83 страниц. Включает в себя 32 рисунка и 14 таблиц.

Ключевые слова: кровать, тренажер, массажный стол, медицинское оборудование, реабилитация, медицина.

Объектом работы являются средства реабилитации людей с ограниченными возможностями.

Предметом работы является кровать-трансформер, как многофункциональное реабилитационное устройство: кровать, массажный стол, тренажер.

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автоматизированной приводной системы реабилитационной кровати в области спина – бедро

В результате процесса разработки создана многофункциональная модель кровати-трансформера.

В процессе исследования проводились исследования разработки вариантов дизайнерских решений устройства, формирование основного концепта и прототипирование объекта.

В результате исследования был спроектирован проект по модернизации медицинской функциональной кровати, созданы презентационные материалы и объемно-пространственная модель.

Результаты проекта по могут быть внедрены в процесс создания медицинских кроватей для российских клиник. Объект соответствует всем требованиям и выполняет все функции, предъявляемые к многофункциональным медицинским кроватям.

Экономическая эффективность/значимость работы: проект экономически выгоден для дальнейшей разработки и использования.

## Оглавление

Введение.....	8
1. Аналитическая часть.....	9
1.1. Краткая история появления выбранной тематики.....	9
1.2. Этапы развития выбранной тематики.....	10
1.3. основоположники и последователи развития выбранной тематики ...	11
1.4. Современное состояние исследований по данной тематике в России и за Рубежом.....	13
1.5. Области и отрасли применения результатов работ по выбранной тематике .....	18
1.6. Теоретическая и практическая значимость результатов работ по данной тематике .....	18
1.7. Травмы опорно-двигательного аппарата, подлежащие реабилитации с использованием кровати-тренажера .....	19
1.8. О тазобедренном суставе .....	20
1.9. Двигатели в приводе кровати .....	22
1.10. Редукторы в приводе кровати.....	24
2. Конструкторская часть .....	26
2.1. Задача .....	26
2.2. Кинематические расчеты .....	28
2.3. Размеры зубьев для 1 и 2 ступеней .....	31
2.4. Размеры зубьев для 3 ступени .....	32
2.4. Размеры зубьев для 4 ступени .....	33
2.5. Конструирование .....	34
3. Технологическая часть .....	39
Техническое задание.....	39
Введение.....	40
3.1. Анализ технологичности детали .....	40
3.2. Выбор вида и способа получения заготовки.....	42
3.3. Составление технологического маршрута .....	43
3.4. Расчет необходимых припусков на механическую обработку .....	45
3.5. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания.....	46

3.5.1. Черновая обработка .....	46
3.5.2. Чистовая обработка .....	47
3.6. Выбор оборудования .....	49
3.7. Расчет усилия зажима приспособления .....	50
Выводы по разделу .....	51
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	52
Введение.....	53
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований .....	53
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	53
4.1.2. SWAT-анализ .....	55
4.2. Планирование научно-исследовательских работ .....	56
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования .....	57
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ .....	58
4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	59
4.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	60
4.3. Определение ресурсной эффективности исследования.....	66
Выводы по разделу .....	67
5. Социальная ответственность .....	68
Введение.....	70
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	70
5.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы законодательства .....	70
5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	71
5.2. Производственная безопасность .....	72
5.2.1. Недостаток необходимого освещения .....	73
5.2.2. Повышенный уровень шума .....	73
5.2.3. Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды ..	74
5.2.4. Факторы, связанные с электрическим током .....	74
5.3. Экологическая безопасность .....	75
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	77
Выводы по разделу .....	78

Заключение .....	79
Список литературы .....	80
Приложение А .....	83

## Введение

Медицинское оборудование помогает осуществлять функции восстановительной терапии. Современная медицинская кровать может обеспечить не только положение пациента лежа, а также и приподнять шею, ноги, тем самым обеспечивать положение полусидя и так далее.

В идеале кровать – это не место, где больной лежит неподвижно. Кровать должна быть местом выздоровления, а значит не только местом отдыха, а еще и местом активной релаксации мышц и связок, а значит массажным столом) местом тренировки тела – тренажером для больного.

Для выполнения бакалаврской работы ставятся следующие задачи:

1. Провести обзор истории появления данной тематики, выявить этапы развития тематики, оценить современное состояние исследований по тематике, провести обзор кроватей для реабилитации больных, проанализировать их конструкции, выявить плюсы и минусы. Провести анализ травм опорно-двигательного аппарата, подлежащих лечению с помощью кровати-тренажера.

2. Провести модернизацию автоматизированной приводной системы реабилитационной кровати в области спина – бедро. Спроектировать привод механизма подъема туловища и бедер, для уменьшения диаметральных размеров данного узла.

3. Провести анализ технологичности детали, спроектирован технологический процесс его изготовления в условиях мелкосерийного производства,

4. Выполнить оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований, произвести планирование научно-исследовательских работ.

5. Проанализировать вредные и опасные факторы при исследовании и проектировании новой разработки. Предусмотреть оптимальные условия труда, проанализировать влияние на окружающую среду и профилактику ЧС.

## 1. Аналитическая часть

### 1.1. Краткая история появления выбранной тематики

Происхождение кровати ведёт свои корни из Древнего Египта, где ещё в те времена были знакомы с представлением особой кушетки для сна и имелись некоторые разнообразия форм данной кушетки. Например, в усыпальнице Тутанхамона нашли кровать, в виде деревянной рамы (рис. 1.1, 1.2), с золотым листом напоминающем ложе и устеленное витыми верёвками наподобие матраса [Ошибка! Источник ссылки не найден.].



Рис. 1.1. Кровать Тутанхамона

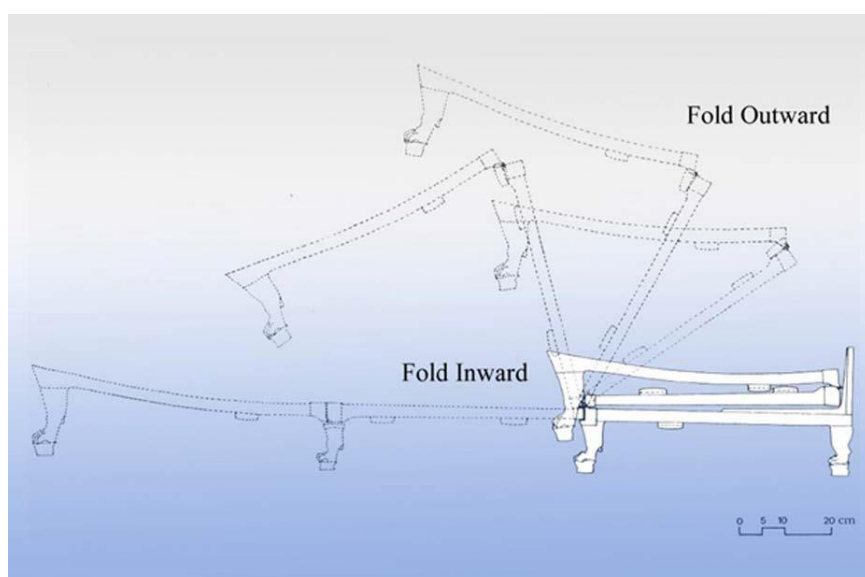


Рис. 1.2. Схема кровати Тутанхамона

Уже с X-XI вв. в разных видах упоминали о медицинской кровати. В общем-то, обычная медицинская кровать имела вид носилок (две крепкие палки одинаковой длины, соединявшиеся материей), что при помощи двух людей помогали переносить больных пациентов (рис. 1.3), их использовали и в больничных учреждениях, и на улице.



Рис. 1.3. Носилки [22]

## 1.2. Этапы развития выбранной тематики

В 19 веке в Англии в городе Бат были популярны так называемые «паланкины», используемые для транспортировки больных и немощных (рис. 1.4). Паланкин отличался от носилок лишь тем, что имел крытый верх и позволял укрыть больного человека от посторонних глаз. Однако носилки и паланкины нельзя в полной мере отнести к медицинским кроватям, так как они в большей степени применялись для перемещения пациентов, а не для создания им комфорта.



Рис 1.4. Паланкин

На данный момент нет единства мнений по поводу первых собственно медицинских кроватей, однако большинство исследователей данного вопроса сходятся в том, что медицинские кровати с подъёмными боковыми ограждениями появились в Англии примерно в 1815-1825 годах. В качестве подъёмного механизма использовался червячный привод. Первая кровать с электроприводом была создана в 1945 году.

### **1.3. Основоположники и последователи развития выбранной тематики**

Секционную кровать изобрёл врач Уиллис Дью Гатч (англ. Willis Dew Gatch), заведовавший кафедрой хирургии Медицинского Университета Индианы. Кровать Гатча в дальнейшем стала лекалом медицинских кроватей. Кровать Гатча имела 3 секции, которые поднимались механически независимо друг от друга, позволяя приподнимать голову и колени пациента. Позднее конструкция модели была дополнена регулировкой по высоте. Появившаяся в европейских клиниках в начале XX в. кровать Гатча значительно облегчила медицинскому персоналу уход за больными и обеспечила пациентам высокий уровень комфорта.

Первая медицинская кровать с электроприводом была представлена в 1945 году. Доктор Марвел Дарлингтон Бим (Marvel Darlington Beem) из Лос-Анджелеса был ярким противником использования судна в медицинской практике. Он полагал, что судно представляет собой ужасное приспособление, которое оказывает негативное влияние на ход выздоровления впечатлительных пациентов. Чтобы исправить эту ситуацию, он изобрел кровать с электроприводом и встроенным туалетом. Опираясь на принципы, заложенные Гатчем, Бим оснастил свою кровать секциями, регулируемые по высоте, и установил на каждую секцию электромотор. В кровать Бима были встроены и другие приспособления, благодаря которым пациент ухаживал за собой практически сам. Управляя кроватью с помощью кнопочной панели, пациент мог припод-

нять голову и ноги, а также пододвинуть к лицу встроенную раковину с холодной и горячей водой и воспользоваться туалетом, не сходя с кровати. В панель управления также был встроен пульт от жалюзи, дверей, лампочек в комнате и кнопка вызова медсестры [3].

Джордж Райерсон Фаулер служил хирургом в испано-американской войны в 1898 году. Он был первым президентом и основателем Бруклинский Красного Креста в 1884 году, а также по оказанию первой помощи представил распоряжение на Нью-Йоркской Национальной гвардии. Фаулером было доказано, что поза полусидя, плечи при которой приподняты на угол 45 градусов положительно влияет на выздоровление больных. Эта поза была названа позицией Фаулера (рис. 1.5).

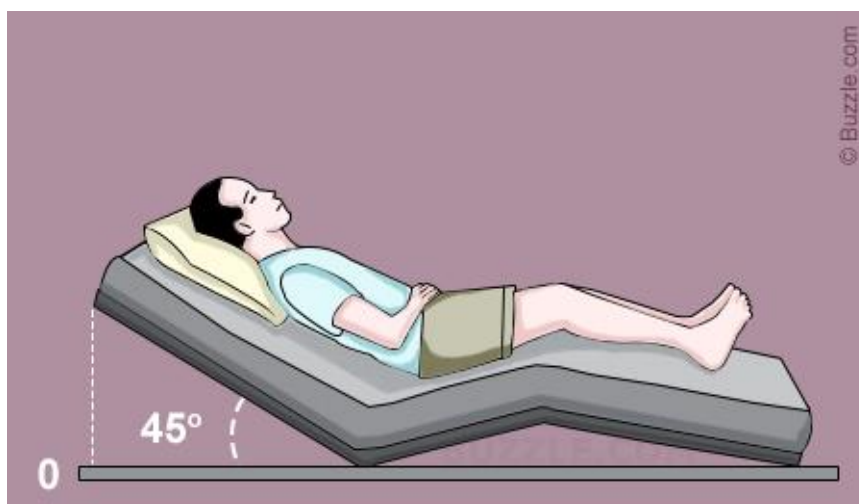


Рис. 1.5. Позиция Фаулера

Разделение кровати на секции позволяет больному принимать позицию Фаулера [4].

Вацлав Войта – чешский невролог, в ходе наблюдения за пациентами обнаружил следующее: выполнение движений в области осевого органа (голова или туловище) или области ключевых суставов (плечевой и тазобедренный), при оказании сопротивления терапевтом приводило к возникновению на регулярной основе игры мышц [6]. Эти наблюдения легли в основу Войта-терапии – физиотерапевтического метода лечения больных с патологиями моторных функций, вызванных нарушениями центральной нервной системы и

опорно-двигательного аппарата. Войта-терапия может применяться как в острой фазе заболевания, то есть очень рано, так и при последующей реабилитации [7].

Берта Бобат и Карл Бобат сформулировали концепцию помощи людям с двигательными нарушениями, возникшими вследствие поражения центральной нервной системы. Позже эта концепция получила название Бобат терапия. Бобат терапия основана на представлении о том, каким образом можно стимулировать у пациента максимально нормальные или правильные движения, что мозг контролирует движения, а не мышцы и, следовательно, мы можем воздействовать на движения пациента, используя специфические приемы, основанные на сенсорной стимуляции. Благодаря Бобатам нейроразвивающие подходы впервые за всю историю нейрореабилитации сместили акцент с периферических последствий нарушения движений к взгляду на них как на следствие повреждений ЦНС [8].

#### **1.4. Современное состояние исследований по данной тематике в России и за Рубежом**

Главная отличительная особенность медицинских кроватей – это наличие секций, угол наклон которых можно менять. Также медицинская кровать оснащается съёмными боковыми ограждениями, что обеспечивает безопасность пребывания больного в кровати, тренажером для подтягивания, съёмными колесиками для легкого перемещения кровати.

Основными факторами классификации кроватей является тип привода: ручной или автоматический, а также количество секций кровати (их может быть от 1 до 4).

Если кровать имеет одну секцию – это позволяет приподнимать голову и плечи пациента. Подъем головы и плеч позволяет предотвратить проблемы дыхательных путей, слуха, сделать прием пищи комфортным, избежать боли шейного отдела позвоночника.

Если кровать оснащена двумя секциями, то в такой кровати возможны изменения положения не только головы и плеч, но и ног, это очень важно, особенно если у больного есть травмы нижних конечностей.

Если в кровати есть три или четыре секции, то это позволяет управлять телом в тазовой области.

Секции ложа кровати могут регулироваться как вручную, так и автоматически.

Под ручным регулированием понимается регулировка параметров положения кровати путем применения физических усилий человека. Например, раскручивание входного вала редуктора осуществляется при помощи вращения человеком рукоятки, что позволяет менять угол положения кровати, или можно привести в пример еще более простой способ: выдвижение составных частей кровати путем сдвигания вручную ее составных элементов на определенное расстояние или угол и фиксация их в определенном положении.

На данный момент на рынке представлено большое количество современных медицинских кроватей, которые широким спектром производятся как в России, так и за рубежом. Каждая кровать имеет определенные функции, предназначена для определённого использования, нужно лишь выбрать, подходящую для данной конкретной цели. На Российском рынке представлены отечественные и зарубежные бренды, уже зарекомендовавшие себя и фирмы еще только набирающие обороты.

Рассмотрим, какие функции и характеристики имеют медицинские кровати и на основе этого дадим заключение о том, какими ключевыми особенностями должна обладать кровать, в условиях проекта данной дипломной работы, чтобы она могла быть многофункциональной, конкурентоспособной и ориентированной на пользователя.

Кровати Invascare.

Invascare – это американская компания, которая является крупнейшим производителем медицинских кроватей на рынке медицинской техники. Invascare ставит уклон при производстве своей продукции на долговечность и

технологичность, что выгодно выделяет эту компанию и делает ее очень конкурентно способной.

На рис. 1.6 представлена кровать с автоматическим управлением фирмы Invacare – Invacare Sonata, которая оснащена двухсекционным каркасом. Кровать имеет возможность изменения угла наклона спинки и ножной секции, оснащена ножками на колесиках (легка в передвижении). Каркас кровати имеет плавные линии и не травмоопасен, также кровать оснащена съемным подлокотником, спинками и петлей выпрямителя.



Рис. 1.6. Кровать Invacare Sonata

Кровати Pro Medic.

Далее представлена не менее популярная медицинская фирма-производитель медицинских кроватей – «Pro Medic». Производитель выпускает продукцию с высоким уровнем качества и дизайном.

Компания заявляет, что разработка данных кроватей шла в совместном тандеме с специалистами по уходу за тяжело больными людьми, что отличает ее высокой степенью ориентации на тяжелобольных пациентов. Pro Medic изготавливает качественные, высокотехнологичные, эргономичные, надежные конструкции кроватей. Дизайн выпускаемых кроватей соответствует стандартам Евросоюза EN 1970:2000. Кровати ориентированы на использование, как

в больницах, так и в домашних условиях, кровати применимы даже в отделениях реанимации.

На рис. 1.7 представлен пример кровати фирмы Pro medic – Pro Medic V. Кровать имеет съемные головные и ножные спинки, петлю выпрямителя, пульт с автоматическим управлением, который позволяет изменять высоту подъема кровати и угол наклона спинной части (угол наклона ножной секции изменяется вручную), кровать оснащена колесиками с тормозными системами, предохранительными бамперами для предохранения от повреждения стен при перемещении кровати.



Рис. 1.7. Кровать Pro Medic V

### Кровати Армед

Армед – это российская компания - производитель медицинских кроватей. На рынке медицинского оборудования эта компания занимает достойное место в числе конкурентов более двадцати лет.

Компания производит кровати с механическим и автоматическим регулированием. Преимущество моделей кроватей Армед – это легкосплавный металлический каркас, с порошково-полимерным покрытием. Данное покрытие делает кровать гигиеничной, обеспечивает защиту от коррозии при воздействии на нее моющими препаратами.

На рис. 1.8 представлен пример кровати модели FS3031W, изготовленной фирмой «Армед». Основание данной кровати изготовлено из стального профиля, покрытого эпоксидной смолой, кровать имеет съемные головные и

ножные спинки из пластика, два механических привода для регулирования спинной секции и тазобедренной секции по углу наклона, в качестве приводов используется привод с червячной передачей.

Кровать оснащена матрасом, который состоит из перфорированных ложементах. Конструкция кровати имеет четыре колеса с индивидуальными тормозами, оборудована двумя боковыми ограждениями из металла, которые при помощи рычагов могут подниматься и опускаться, также кровать оснащена стойкой держателем с устройством подтягивания.



Рис. 1.8. Кровать Армед FS3031W

Кровати Белва.

Производитель медицинских кроватей «Белва» также известен в России под брендом «БТ Мебель». Европейские стандарты производства выгодно выделяют эту компанию относительно других Российских производителей. Наряду с этим у компании довольно выгодные цены, высокое соотношение цены и качества делают ее весьма конкурентоспособной.

Компания изготавливает изделия из пластика, металла с различными видами антикоррозионных покрытий. На рис. 1.9 представлена кровать фирмы Белва THEOREMA OA0235. Движение секций кровати обеспечивается гид-

равлическим приводом, так же кровать можно переводить в ручное управление (оборудована винтовыми ручками). Кровать оборудована съемными пластиковыми спинками, антистатическими колесами.



Рис. 1.9. Кровать Белва THEOREMA OA0235

По итогам рассмотренных предложений продукции медицинских кроватей на Российском и зарубежном рынке можно констатировать, что все кровати имеют схожую характеристику: в продаже имеются кровати как с механическим, так и с автоматическим регулированием. Практически все кровати дополнительно оснащены ортопедическим матрасом, подвижными колесиками, съемными спинками боковыми ограждениями, дополнительной стойкой. [5].

### **1.5. Области и отрасли применения результатов работ по выбранной тематике**

Результаты работ по данной тематике могут применяться в реабилитации больных и людей с ограниченными возможностями.

### **1.6. Теоретическая и практическая значимость результатов работ по данной тематике**

Теоретическая значимость результатов работ представляет собой выявление наилучшей конструкции медицинской кровати.

Практическая значимость результатов работ представляет собой помощь в реабилитации больным и людям с ограниченными возможностями.

### **1.7. Травмы опорно-двигательного аппарата, подлежащие реабилитации с использованием кровати-тренажера**

Применение кровати-тренажера относится к методам физической реабилитации (пассивная гимнастика) при парезах и параличах.

Парез – неврологический синдром, снижение силы мышц, обусловленное поражением двигательного пути нервной системы или периферического нерва. Паралич – это полное отсутствие произвольных движений, обусловленное теми же причинами, что и в случае пареза.

Классификация парезов по степени выраженности представлена в табл. 1.1.

Табл. 1.1. Классификация парезов

Сила мышц	Выраженность пареза
0 баллов	Нет произвольных движений. Паралич.
1 балл	Едва заметные сокращения мышц, без движений в суставах.
2 балла	Объём движений в суставе значительно снижен, движения возможны без преодоления силы тяжести по плоскости.
3 балла	Значительное сокращение объёма движений в суставе, мышцы способны преодолеть силу тяжести, трения (возможность отрыва конечности от поверхности).
4 балла	Лёгкое снижение силы мышц, при полном объёме движения.
5 баллов	Нормальная сила мышц, полный объём движений.

Паралич возникает при повреждениях нервной системы, особенно спинного мозга. Другими основными причинами являются инсульт (обычно Гемиплегия – полный паралич в ноге и руке с одной стороны тела), травма с повреждением нерва, полиомиелит, церебральный паралич, периферическая невропатия, болезнь Паркинсона, ботулизм, трещина позвоночника, рассеянный склероз и синдром Гийена-Барре.

## 1.8. О тазобедренном суставе

Тазобедренный сустав – один из самых крупных суставов нашего тела. Из-за того, что человек в результате эволюции встал на две ноги, тазобедренный сустав у него стал важнейшим опорным суставом и несет значительную нагрузку при ходьбе, беге и переносе тяжестей.

Тазобедренный сустав соединяет бедренную кость с тазовой. На тазовой кости находится вертлужная впадина – это вогнутая полусфера, с которой соприкасается головка бедренной кости. По краю впадины располагается хрящевое образование – вертлужная губа (рис.1.10). Она увеличивает глубину впадины примерно на треть, но главная ее функция состоит в равномерной смазке суставного хряща головки бедренной кости суставной жидкостью. Создавая присасывающий эффект, она укрепляет тазобедренный сустав.



Рис. 1.10. Тазобедренный сустав

В вертлужную впадину помещается головка бедренной кости, которая связана с телом бедренной кости при помощи шейки. Часто шейку бедренной кости называют шейкой бедра, но это не совсем верно. Несколько ниже шейки

бедренной кости находятся костные возвышения, называемые большим и малым вертелами. К ним прикрепляются мощные мышцы (рис. 1.11).

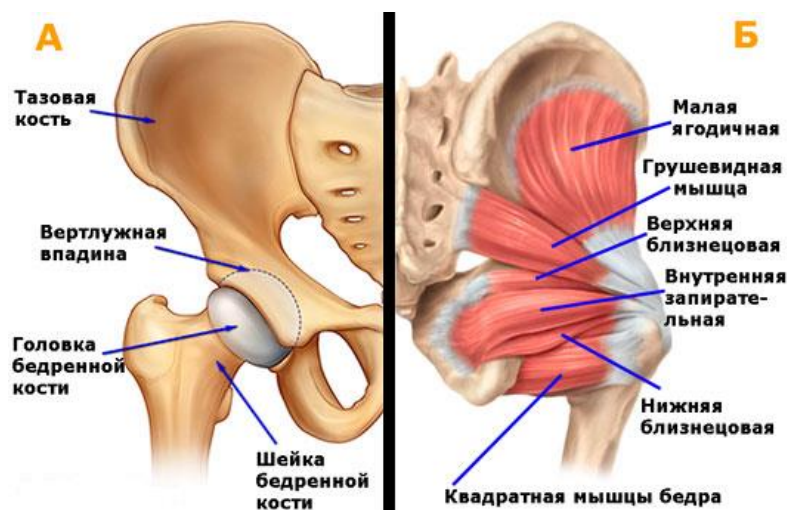


Рис. 1.11. Мышцы и кости тазобедренного сустава

Головка бедренной кости покрыта суставным хрящом. Суставной хрящ в тазобедренном суставе в среднем достигает 4 мм в толщину, имеет очень гладкую поверхность белесоватого цвета и плотно-эластичную консистенцию. Благодаря наличию суставного хряща значительно уменьшается трение между соприкасающимися суставными поверхностями. Такой же гладкий хрящ покрывает изнутри и поверхность вертелужной впадины.

Тазобедренный сустав окружен суставной капсулой, которая содержит связки, укрепляющие его. Эти мощные связки прикрепляются одним концом к тазовой, а другим концом – к бедренной кости. Еще одна мощная связка (связка головки бедренной кости или, иначе, круглая связка) соединяет головку бедренной кости с дном вертелужной впадины. Не исключено, что эта связка добавляет прочности тазобедренному суставу, ограничивая наружное вращение бедра. Той же цели служит и сама капсула тазобедренного сустава, которая натягивается при наружном вращении и разгибании бедра. Тазобедренный сустав сзади прикрыт мышцами ягодичной области, а спереди – мышцами передней группы бедра [11].

В процессе движения ног можно выделить следующие фазы:

- Затылочная нога находится в фазе опоры на стопу.

- Одновременно с этим на лицевой ноге повляется фаза сгибания, которую можно сравнить с пошаговым движением.
- За фазой сгибания лицевой ноги следует фаза опоры на коленный сустав.
- Одновременно с этим благодаря фазе толчка затылочной ноги тазовище движется вперед на стопе через опорный коленный сустав лицевой ноги в направлении опорной верхней конечности (лицевой руки).

Поступательное движение тазового пояса (на опорном коленном суставе лицевой ноги или опорной стопе затылочной ноги) имеет дорсальное (спинное), латеральное (наружное) и краниальное (головное) направление.

Максимальная амплитуда сгибания бедра человека составляет около 140°. Такая амплитуда обеспечивается при фазовом движении сгибания лицевой ноги [6].

### **1.9. Двигатели в приводе кровати**

Привод состоит из источника энергии – двигателя и устройства редукции – редуктора, вместе они образуют конечную механическую систему

Для безопасного использования реабилитационной кровати в ней используется источник тока напряжением менее 36В. Следовательно, могут применяться двигатели постоянного тока напряжением не более 36В.

Электродвигатель состоит из подвижной (ротор или якорь) и неподвижной части (индуктор или статор). Работа электродвигателя основана на принципе электромагнитной индукции. Магнитное поле, образующееся при вращении ротора, приводит к отталкиванию его полюсов от статора.

Двигатели постоянного тока подразделяются на:

- Коллекторные, где переключение тока в обмотках осуществляется с помощью щеточно-коллекторного узла, который также

служит датчиком положения ротора. Контакт щеток с коллектором приводит к их износу и иногда к перегреву агрегата. Переключение обмоток якоря и искрение щеток вызывает помехи.

- Бесколлекторные, основанные на самосинхронизировании частотного регулирования. Они характеризуется экономичностью и более высоким КПД, который достигается благодаря отсутствию контактов переключения и крутящего момента [12].

Исходя из вышесказанного целесообразно использовать бесколлекторные электродвигатели постоянного тока.

## 1.10. Редукторы в приводе кровати

Волновые редукторы.

Волновая механическая передача основана на принципе передачи и преобразования движения путем волнового деформирования одного из звеньев механизма. Этот принцип впервые предложен в СССР инженером А.И. Москвитиним. Волновая передача состоит из трех кинематических звеньев: гибкого колеса  $g$ , жесткого колеса  $b$  и генератора волн деформации  $h$  (рис. 1.12). Гибкое колесо выполнено в виде кольца, переходящего в гибкий цилиндр. При этом кинематическим звеном является гибкое колесо, а гибкий цилиндр выполняет роль упругой связи деформируемого кольца с другим жестким недеформируемым элементом передачи, например, с ведомым валом или с корпусом.

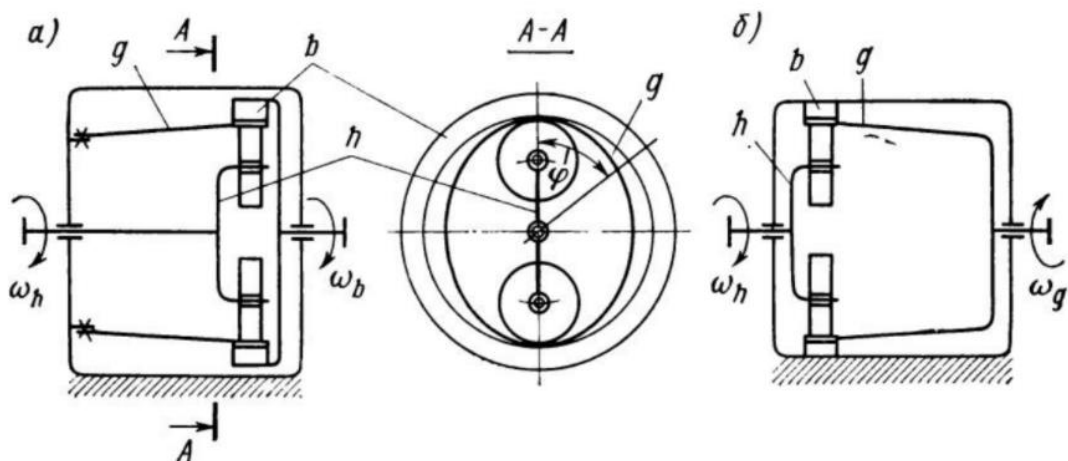


Рис. 1.12. Волновая передача. а) с ведомым валом соененено жесткое колесо  $b$ ; б) с ведомым валом соененено гибкое колесо  $g$ .

Передаточное отношение волнового редуктора не зависит от формы деформации гибкого колеса, а зависит только от разности диаметров колес или чисел зубьев. Применение волновых передач целесообразно в механизмах с большими передаточными отношениям [9].



## 2. Конструкторская часть

### 2.1. Задача

В имеющейся конструкции кровати возможна реализация пяти конфигураций положений пациента: лежащее (положение кровати), поднятое (положение массажного стола), тренажер для ног, сидячее, вертикальное (рис. 2.1-2.5).

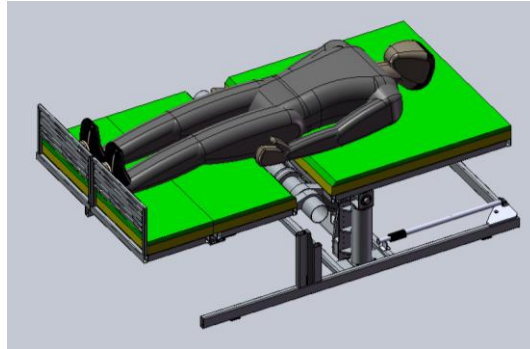


Рис. 2.1. Лежачее положение

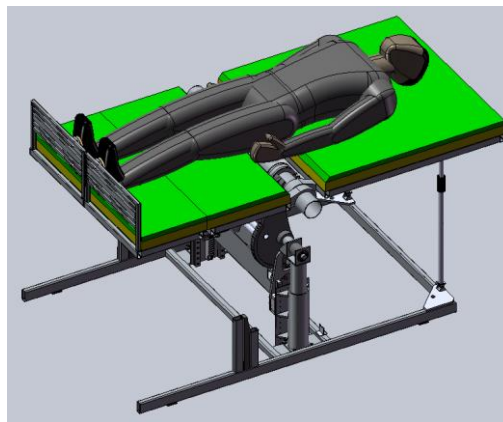


Рис 2.2. Положение массажного стола

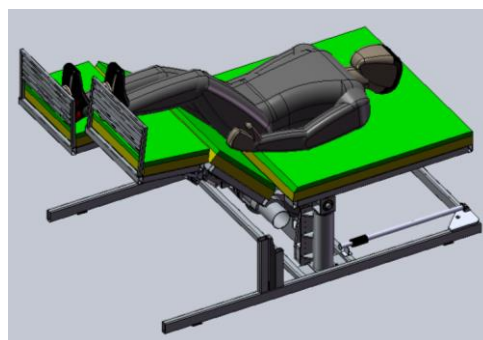


Рис. 2.3. Тренажер для ног

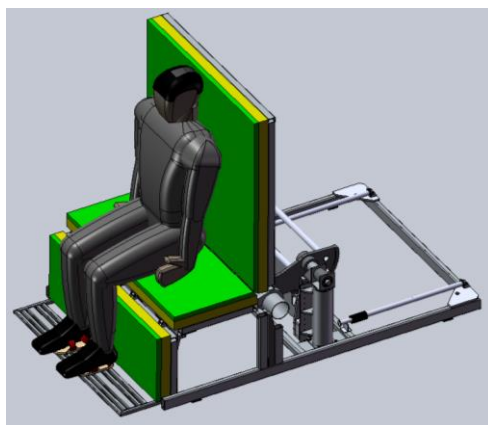


Рис. 2.4. Сидячее положение

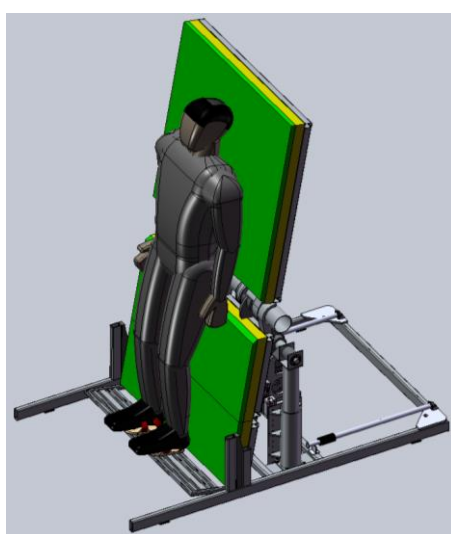


Рис. 2.5. Вертикальное положение

В рамках ВКР необходимо провести модернизацию тазобедренного привода кровати.

Существующая конструкция тазобедренного привода обладает слишком большими габаритными размерами. Механизм поворота туловища и бедер имеет диаметральный размер 125 мм, что приводит к промежутку в 195 мм между верхней и средней секцией кровати, что снижает комфорт пациента и создает необходимость использовать дополнительные валики для создания цельного матраса.

Необходимо уменьшить диаметральные размеры и вынести наверх ось вращения механизма поворота туловища и бедер.

## 2.2. Кинематические расчеты

Для определения необходимой мощности привода найдем нагрузку на привод.

Согласно рис. 2.6 голова, верхний отдел туловища, плечи, средний отдел туловища составляют 47% общей массы тела. Для пациента массой 150 кг, верхняя часть тела будет иметь массу 70,5 кг.  $70,5 \text{ кг} = 691 \text{ Н}$ .



Рис. 2.6. Распределение массы тела человека

Длина верхней секции кровати составляет 975 мм. Следовательно, момент необходимый для поднятия верхней секции кровати:

$$M = 0,5 \cdot F \cdot l = 0,5 \cdot 691 \text{ Н} \cdot 0,975 \text{ м} = 337 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Для уменьшения количества различных приводов, привод бедер будет таким же, как и привод спинки.

Найдем крутящий момент на валу электродвигателя:

Для расчетов взят ДПМ-35-н2-04:

6000 об/мин, 0,012 кВт.

$$M = 9550 \cdot \frac{0,012}{6000} = 0,019 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

По соотношению моментов найдем передаточное число редуктора:

$$U = \frac{337}{0,019} = 17643,$$

Разобьем передаточное число на 4 ступени:

$$U_{\text{общ}} = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \cdot U_4 = 13 \cdot 13 \cdot 13 \cdot 9 = 19773.$$

Кинематическая схема представлена на рис. 2.7.

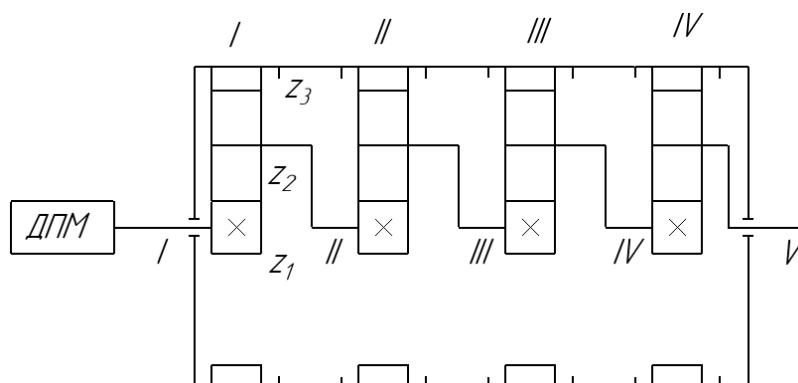


Рис. 2.7. Кинематическая схема

Определим числа зубьев первых трех ступеней.

Примем число сателлитов  $N_c = 3$ . Примем количество зубьев солнечной шестерни  $z_1 = 24$ .

Тогда число зубьев коронной шестерни:

$$z_3 = z_1 \cdot (U - 1) = 24 \cdot (13 - 1) = 288.$$

Условие сборки передачи:

$$\frac{z_1 + z_3}{N_c} = \frac{24 + 288}{3} = 104.$$

Условие выполняется т.к. это целое число.

Найдем число зубьев сателлитов:

$$z_2 = \frac{z_3 - z_1}{2} = \frac{288 - 24}{2} = 132.$$

Условие соседства:

$$z_2 + 2 < (z_1 + z_2) \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{N_c}\right);$$

$$132 + 2 < (24 + 132) \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{3}\right);$$

$$134 < 135,1.$$

Условие выполняется.

Определим числа зубьев четвертой ступени.

Примем число сателлитов  $N_c = 3$ . Примем количество зубьев солнечной шестерни  $z_1 = 24$ .

Тогда число зубьев коронной шестерни:

$$z_3 = z_1 \cdot (U - 1) = 24 \cdot (9 - 1) = 192.$$

Условие сборки передачи:

$$\frac{z_1 + z_3}{N_c} = \frac{24 + 192}{3} = 72.$$

Условие выполняется т.к. это целое число.

Найдем число зубьев сателлитов:

$$z_2 = \frac{z_3 - z_1}{2} = \frac{192 - 24}{2} = 84.$$

Условие соседства:

$$z_2 + 2 < (z_1 + z_2) \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{N_c}\right);$$

$$84 + 2 < (24 + 84) \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{3}\right);$$

$$86 < 93,4.$$

Условие выполняется.

Найдем мощности на валах привода ( $\mu = 0,95$  – КПД планетарной передачи):

$$P_1 = P_{\text{эл.дв.}} = 0,0120 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \mu = 0,0120 \cdot 0,95 = 0,0114 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \mu = 0,0114 \cdot 0,95 = 0,0108 \text{ кВт};$$

$$P_4 = P_3 \cdot \mu = 0,0108 \cdot 0,95 = 0,0103 \text{ кВт};$$

$$P_5 = P_4 \cdot \mu = 0,0103 \cdot 0,95 = 0,0098 \text{ кВт}.$$

Найдем частоты вращения валов:

$$n_1 = n_{\text{эл.дв.}} = 6000,00 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{U_1} = \frac{6000,00}{13} = 461,54 \text{ об/мин};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{U_2} = \frac{461,54}{13} = 35,50 \text{ об/мин};$$

$$n_4 = \frac{n_3}{U_3} = \frac{35,50}{13} = 2,73 \text{ об/мин};$$

$$n_5 = \frac{n_4}{U_4} = \frac{2,73}{9} = 0,30 \text{ об/мин}.$$

Найдем угловые скорости валов:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 6000,00}{30} = 628,32 \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 461,54}{30} = 48,33 \text{ рад/с};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 35,50}{30} = 3,72 \text{ рад/с};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 2,73}{30} = 0,29 \text{ рад/с};$$

$$\omega_5 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,30}{30} = 0,03 \text{ рад/с}.$$

Найдем крутящие моменты на валах:

$$M_1 = 1000 \frac{P_1}{\omega_1} = 1000 \frac{0,0120}{628,32} = 0,02 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 1000 \frac{P_2}{\omega_2} = 1000 \frac{0,0114}{48,33} = 0,24 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_3 = 1000 \frac{P_3}{\omega_3} = 1000 \frac{0,0108}{3,72} = 2,91 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_4 = 1000 \frac{P_4}{\omega_4} = 1000 \frac{0,0103}{0,29} = 35,98 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_5 = 1000 \frac{P_5}{\omega_5} = 1000 \frac{0,0098}{0,03} = 307,59 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 2.3. Размеры зубьев для 1 и 2 ступеней

Примем модуль зацепления  $m = 0,2$  мм.

Тогда делительный диаметр солнечной шестерни:

$$d_1 = mz_1 = 0,2 \cdot 24 = 4,8 \text{ мм} = 0,0048 \text{ м.}$$

Сила, действующая на зуб:

$$F = \frac{M_2}{d_1} = \frac{0,24 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,0048 \text{ м}} = 50,00 \text{ Н.}$$

Делительный диаметр коронной шестерни:

$$d_3 = mz_3 = 0,2 \cdot 288 = 57,6 \text{ мм} = 0,0576 \text{ м.}$$

Сила, действующая на зуб:

$$F = \frac{M_3}{d_3} = \frac{2,91 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,0576 \text{ м}} = 50,52 \text{ Н.}$$

Выбираем наибольшее значение  $F = 50,52 \text{ Н}$ .

Длина дуги делительного диаметра одного зуба:

$$s_t = \frac{\pi m}{2} = \frac{3,14 \cdot 0,2}{2} = 0,314 \text{ мм.}$$

Примем ширину венца зубчатого колеса  $b = 5 \text{ мм}$ .

Найдем допускаемое напряжение при срезе:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F/N_c}{s_t \cdot b} = \frac{50,52 / 3}{0,314 \cdot 5} = 10,73 \text{ МПа.}$$

Назначим материал колес сталь 25, нормализованная ( $[\tau_{\text{ср}}] = 65 \text{ МПа}$ ).

#### 2.4. Размеры зубьев для 3 ступени

Примем модуль зацепления  $m = 0,2 \text{ мм}$ .

Тогда делительный диаметр солнечной шестерни:

$$d_1 = mz_1 = 0,2 \cdot 24 = 4,8 \text{ мм} = 0,0048 \text{ м.}$$

Сила, действующая на зуб:

$$F = \frac{M_3}{d_1} = \frac{2,91 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,0048 \text{ м}} = 606 \text{ Н.}$$

Делительный диаметр коронной шестерни:

$$d_3 = mz_3 = 0,2 \cdot 288 = 57,6 \text{ мм} = 0,0576 \text{ м.}$$

Сила, действующая на зуб:

$$F = \frac{M_4}{d_3} = \frac{35,98 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,0576 \text{ м}} = 625 \text{ Н.}$$

Выбираем наибольшее значение  $F = 625 \text{ Н}$ .

Длина дуги делительного диаметра одного зуба:

$$s_t = \frac{\pi m}{2} = \frac{3,14 \cdot 0,2}{2} = 0,314 \text{ мм.}$$

Примем ширину венца зубчатого колеса  $b = 10 \text{ мм}$ .

Найдем допускаемое напряжение при срезе:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F/N_c}{s_t \cdot b} = \frac{625/3}{0,314 \cdot 10} = 66,34 \text{ МПа.}$$

Назначим материал колес сталь 35, нормализованная ( $[\tau_{\text{ср}}] = 75 \text{ МПа}$ ).

#### 2.4. Размеры зубьев для 4 ступени

Примем модуль зацепления  $m = 0,3 \text{ мм}$ .

Тогда делительный диаметр солнечной шестерни:

$$d_1 = mz_1 = 0,3 \cdot 24 = 7,2 \text{ мм} = 0,0072 \text{ м.}$$

Сила, действующая на зуб:

$$F = \frac{M_4}{d_1} = \frac{35,98 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,0072 \text{ м}} = 4997 \text{ Н.}$$

Делительный диаметр коронной шестерни:

$$d_3 = mz_3 = 0,3 \cdot 192 = 57,6 \text{ мм} = 0,0576 \text{ м.}$$

Сила, действующая на зуб:

$$F = \frac{M_5}{d_1} = \frac{307,59 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,0576 \text{ м}} = 5340 \text{ Н.}$$

Выбираем наибольшее значение  $F = 5340 \text{ Н}$ .

Длина дуги делительного диаметра одного зуба:

$$s_t = \frac{\pi m}{2} = \frac{3,14 \cdot 0,3}{2} = 0,942 \text{ мм.}$$

Примем ширину венца зубчатого колеса  $b = 10 \text{ мм}$ .

Найдем допускаемое напряжение при срезе:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F/N_c}{s_t \cdot b} = \frac{5340/3}{0,942 \cdot 10} = 188,96 \text{ МПа.}$$

Назначим материал колес сталь 40Х, закаленная в масле ( $[\tau_{\text{ср}}] = 195 \text{ МПа}$ ).

## 2.5. Конструирование

Исходя из прошлых пунктов в программном продукте KISSsoft был выполнен геометрический расчет планетарного механизма. Он был импортирован в САD-систему SOLIDWORKS (рис. 2.8-2.9).

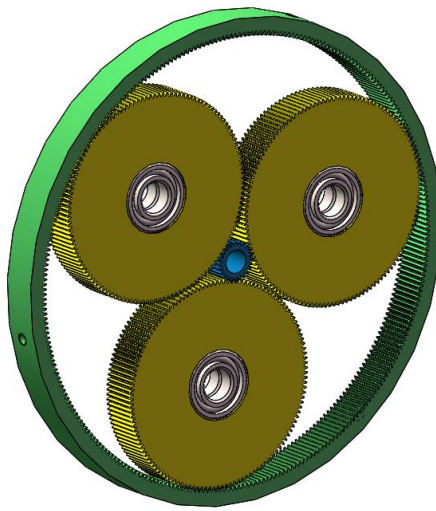


Рис. 2.8. Первая ступень

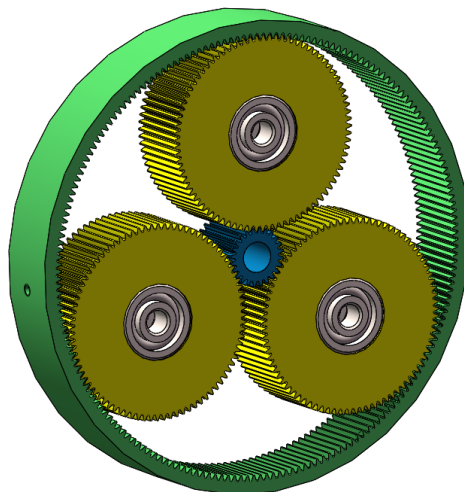


Рис.2.9. Четвертая ступень

Собрана кинематическая цепь (рис. 2.10).

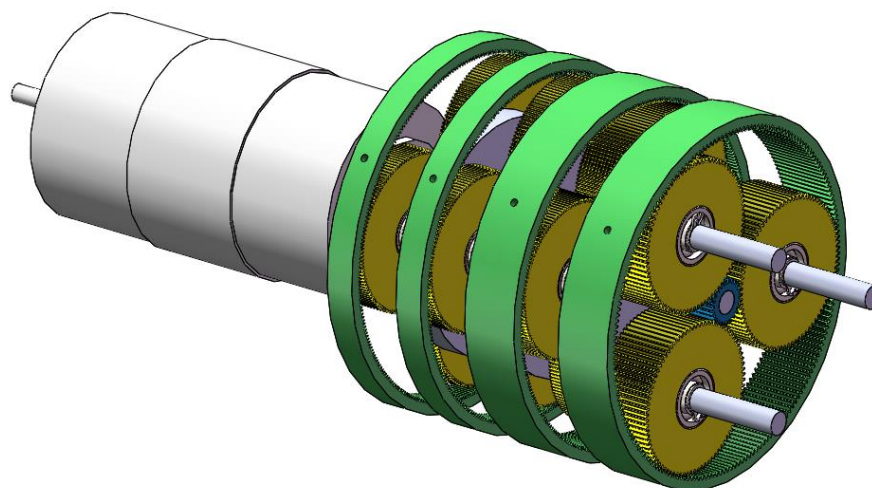


Рис. 2.10. Ступени редуктора с двигателем

Для передачи момента на верхнюю и среднюю часть кровати используется водило четвертой ступени редуктора, представляющее собой многогранник, к которому в дальнейшем крепится хомут (рис. 2.11).

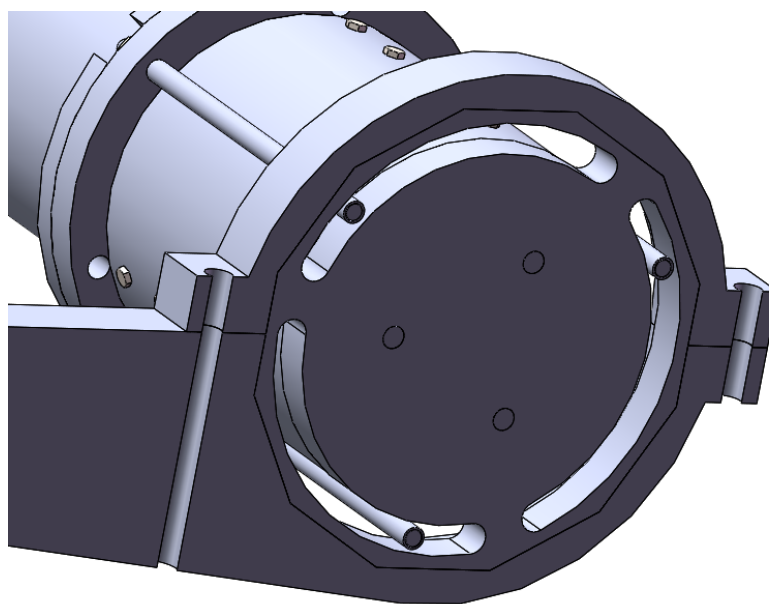


Рис. 2.11. Передача момента на хомут

Спроектирован корпус редуктора, представляющий собой цилиндр с крышками, стягиваемые шпильками (рис. 2.12). В водиле 4 ступени сделаны прорезы для шпилек. Прорезы позволяют поворачиваться водилу на  $110^\circ$ , по техническому заданию угол поворота спинки  $85^\circ$ , следовательно, условие выполняется.

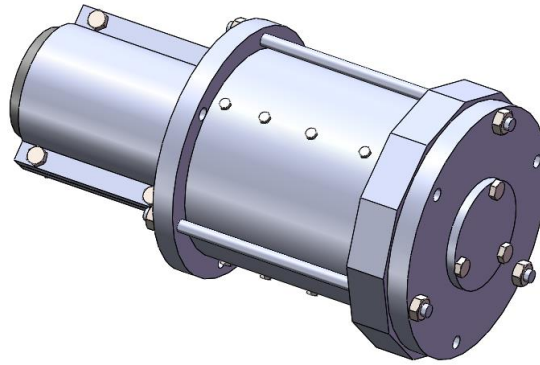


Рис. 2.12. Редуктор в сборе

В сателлиты установлены подшипники, от осевого перемещения подшипники фиксируются стопорными кольцами (рис. 2.13).

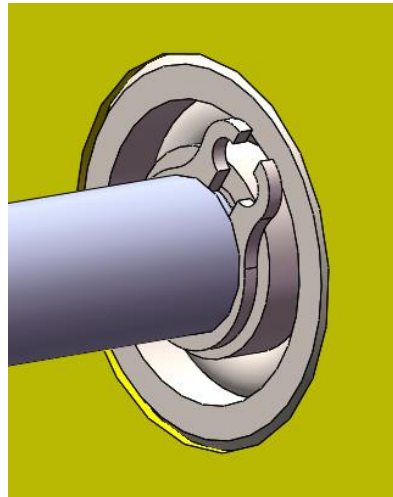


Рис. 2.13. Подшипники в сателлитах

Коронные шестерни в редукторе неподвижны. Они фиксируются в корпусе болтами.

Двигатель крепится через стакан болтами. Редуктор в разрезе представлен на рис. 2.14.

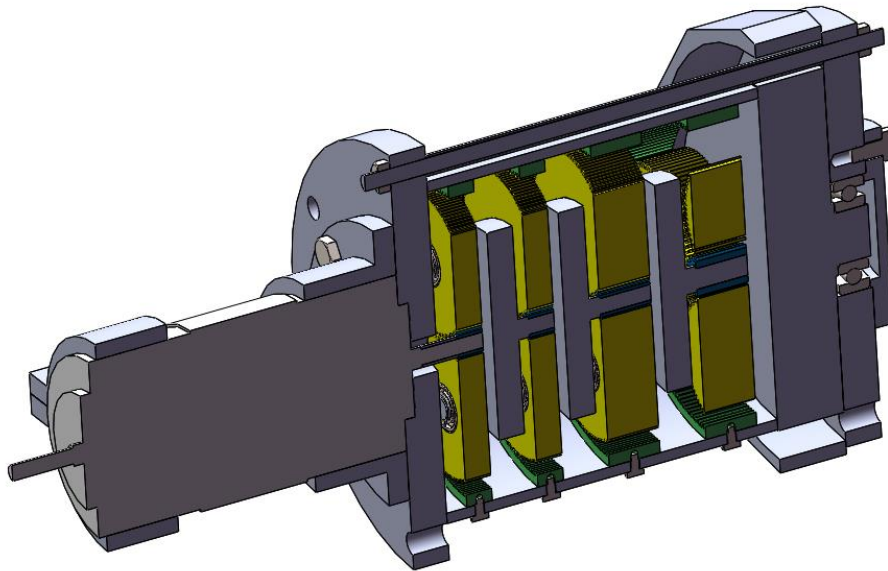


Рис. 2.14. Редуктор в разрезе.

Целиком механизм поворота туловища и бедер представлен на рис. 2.15.

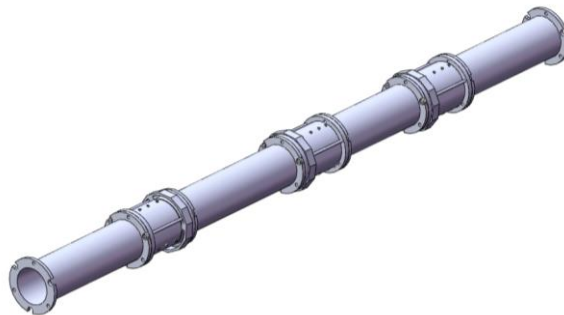


Рис. 2.15. Механизм поворота туловища и бедер

По сравнению с предыдущим вариантом (рис. 2.16) диаметральный размер механизма уменьшился со 125 мм до 82 мм.



Рис. 2.16. Предыдущий вариант механизма поворота туловища и бедер.

Кровать в сборе представлена на рис. 2.17. Промежуток между верхней и средней секцией кровати уменьшился до 125 мм.

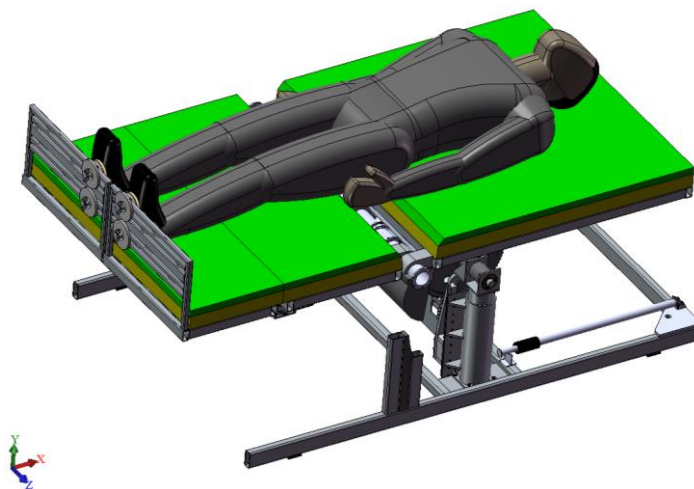


Рис. 2.17. Кровать

Сборочный чертеж редуктора представлен в приложении А.

### 3. Технологическая часть

#### Техническое задание

Разработать технологический процесс для мелкосерийного (100 изделий) изготовления детали «Фланец стакана» (чертеж представлен на рис. 3.1), применяемой в составе стакана двигателя данной кровати.

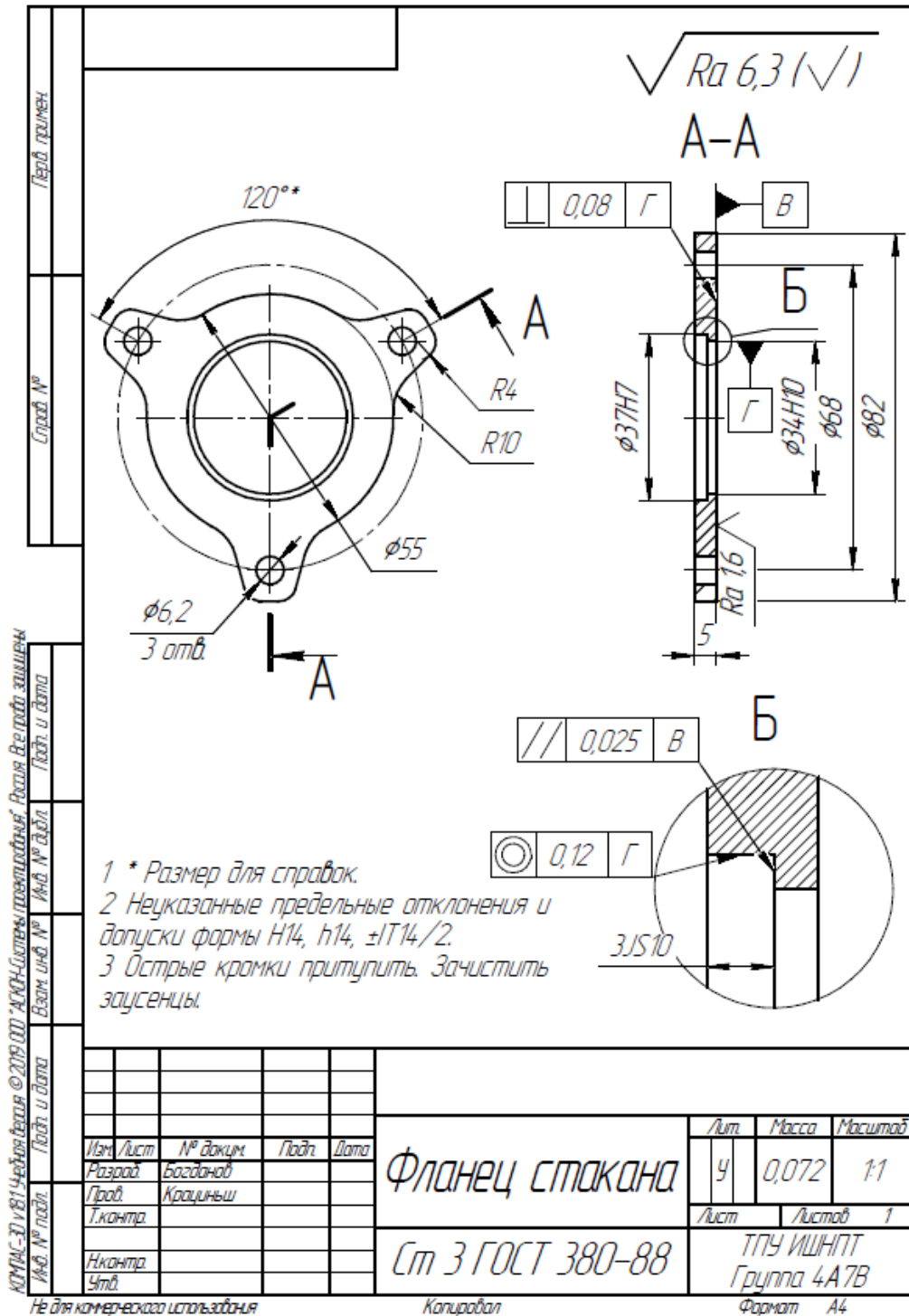


Рис. 3.1. Чертеж фланца стакана

## **Введение**

Технологический процесс – важная часть в производственном процессе, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства, т.е. по изменению размеров, формы, свойств материалов, контроля и перемещения заготовки.

При проектировании технологических процессов учитываются тенденции по совершенствованию технологии. Важнейшими направлениями развития технологии в приборостроении являются: применение режущих инструментов из новых инструментальных материалов, расширение области применения оборудования с числовым программным управлением, использование методов ресурсосбережения, а также повышение размерной и геометрической точности, достигаемой при обработке.

Целью данной курсовой работы спроектировать технологический процесс изготовления детали «Стакан подшипников». Для этого необходимо провести анализ технологичности конструкции детали, рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление и инструмент, необходимые для обработки детали. Рассчитать нормы времени по операциям и выполнить требования экономичности изготовления детали.

### **3.1. Анализ технологичности детали**

Технологичность конструкции детали анализируют с учетом условий ее производства, рассматривая особенности конструкции и требования качества как технологические задачи изготовления. Выявляют возможные трудности обеспечения параметров шероховатости поверхности, размеров, форм и расположения поверхностей, делают увязку с возможностями методов окончательной обработки, возможностями оборудования и метрологических средств. Обращают внимание на конфигурацию и размерные соотношения детали, устанавливают обоснованность требований точности, выявляют возможность тех или иных изменений, не влияющих на параметры качества детали,

но облегчающих изготовление ее, открывающих возможности применения высокопроизводительных технологических методов и режимов обработки [14, с 198].

Фланец – металлический плоский диск на концах труб для их скрепления. Область его применения достаточно широка, он служит в качестве соединительного компонента труб, либо соединения вращающихся деталей. По внешнему виду фланец представляет собой плоскую деталь, которая крепится с помощью равномерно расположенных отверстий шпильками или болтами. Различают по размерам, по соединению между собой, по форме или по вариантам уплотнителей между двумя стекающимися поверхностями фланца.

Данный фланец используется в составе детали «Стакан двигателя». Стакан служит для соединения двигателя с редуктором. Внутри стакана располагается муфта, служащая для соединения валов двигателя и стакана.

Данный фланец одной стороной сопрягается с двигателем торцевой поверхностью с креплением болтами через три отверстия  $\varnothing 6,2$  мм, другой стороной сопрягается с трубкой стакана через отверстие  $\varnothing 37$  мм с упором в торец отверстия  $\varnothing 34$  мм. Следовательно, необходимо обеспечить необходимую шероховатость поверхности, сопрягающейся с двигателем, ее перпендикулярность с отверстием  $\varnothing 34$  мм, соосность отверстий  $\varnothing 34$  мм и  $\varnothing 37$  мм, параллельность торцов отверстия  $\varnothing 34$  мм.

Данный фланец изготавливается из стали Ст 3 и имеет три отверстия для крепления болтами и одно отверстие для соединения с трубкой, все отверстия сквозные. При изготовлении фланца применяется лазерная, токарная и сверлильная обработка.

Применение приспособлений позволяет: устранить разметку заготовок перед обработкой, повысить ее точность, увеличить производительность труда на операции, облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность, расширить технологические возможности оборудования, организовать многостаночное обслуживание, сократить число рабочих,

Таким образом, деталь можно считать технологичной.

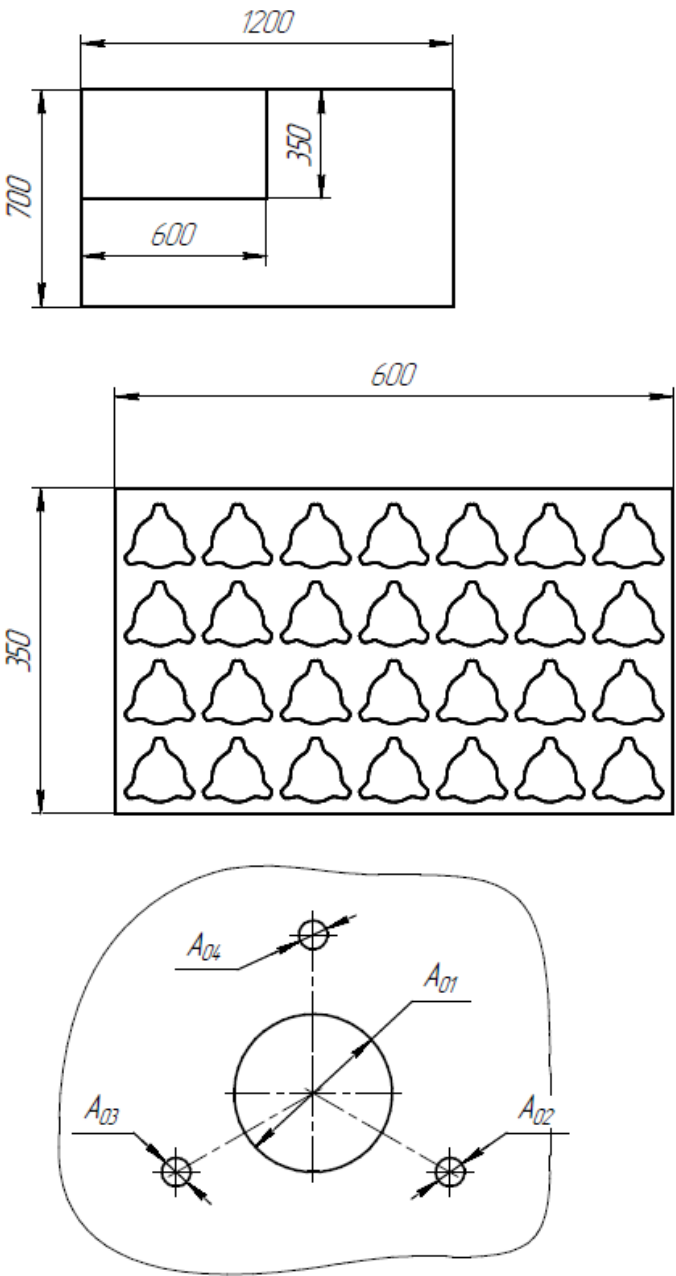
### **3.2. Выбор вида и способа получения заготовки**

Выбор оптимального способа получения заготовок делается на основе сравнения себестоимости деталей, полученных из них. Предпочтительнее способ, обеспечивающий минимальную себестоимость деталей, либо – менее материалоёмкому.

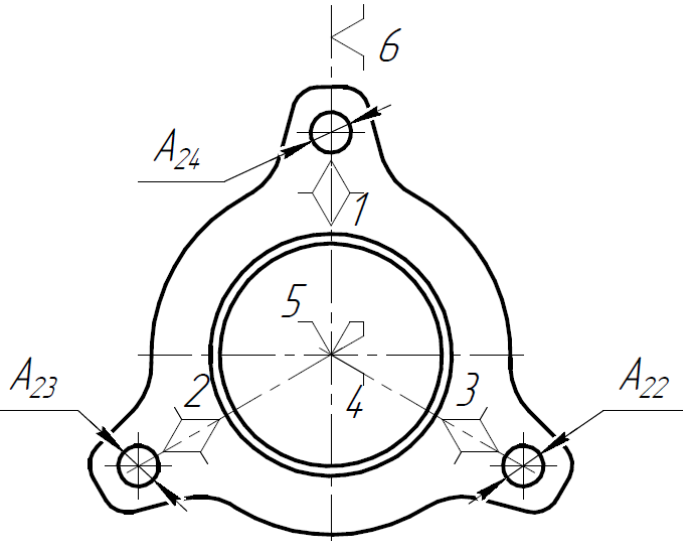
Заготовками для изготовления деталей могут служить: отливки,ковки, штамповки, прокат.

Для заготовки фланца целесообразно использовать горячекатаный листовой прокат. По ГОСТ 19903-2015 для листового проката горячекатаного принимаем размер листа 7x700x1200. Важным параметром при выборе листа проката является отклонение от плоскостности на 1 м длины проката, которое не должно превышать норм, указанных в ГОСТе. Для листа с нормальным видом плоскостности толщиной в 7 мм, данный параметр на 1 м длины равен 12 мкм. Резка листов должна осуществляться под прямым углом.

### 3.3. Составление технологического маршрута

005	Заготовительная (лазерная резка)	<p data-bbox="331 338 735 969">1. Резать заготовительный лист размерами 350x600 мм; 2. Резать отверстие <math>A_{01}</math> напроход начерно; 3. Резать отверстие <math>A_{02}</math> напроход начерно; 4. Резать отверстие <math>A_{03}</math> напроход начерно; 5. Резать отверстие <math>A_{04}</math> напроход начерно. 6. Резать фланец по контуру.</p>  <p>The technical drawing consists of three parts. The top part is a rectangular sheet with overall dimensions of 1200 mm in width and 700 mm in height. A section of 600 mm width and 350 mm height is indicated. The middle part shows a 600 mm wide and 350 mm high sheet containing a 4x7 grid of 28 bell-shaped holes. The bottom part is a detailed view of one bell-shaped hole, showing four holes labeled <math>A_{01}</math>, <math>A_{02}</math>, <math>A_{03}</math>, and <math>A_{04}</math> positioned around its perimeter.</p>
-----	----------------------------------	--



015	Сверлильная	
	<p>1. Рассверлить отверстие <math>A_{02}</math> до <math>A_{22}</math> напроход начисто.</p> <p>2. Рассверлить отверстие <math>A_{03}</math> до <math>A_{23}</math> напроход начисто.</p> <p>3. Рассверлить отверстие <math>A_{04}</math> до <math>A_{24}</math> напроход начисто.</p>	
020	Контрольно-измерительная	
	Контроль всех размеров.	

### 3.4. Расчет необходимых припусков на механическую обработку

Определение минимального припуска на обработку поверхностей вращения производится по формуле:

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

где  $R_Z$  – шероховатость поверхности, мкм;

$h$  – величина дефектного слоя поверхности, мкм;

$\rho$  – точность геометрической формы, мкм;

$\varepsilon$  – погрешность базирования, мкм [1, с 175].

В соответствии с заданием, необходимо рассчитать припуски на обработку для диаметрального размера  $37H7(+0,025)$ .

Параметры  $R_Z$  и  $h$  назначим, используя приложение 2 [15, с. 72].

Базирование производится в трехкулачковом патроне по предварительно обработанной поверхности диаметром  $34H10$ . 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. 3.1.

Табл. 3.1

Технологические переходы обработки поверхности 37Н7(+0,025)	Элементы припуска, мкм				Расчетный мин. припуск, мкм	Допуск $TZ_i$ , мкм	Технологический размер, мм		Предельные значения припуска на сторону, мкм	
	$R_z$	$h$	$\rho$	$\varepsilon$			$D_{min}$	$D_{max}$	$Z_{min}$	$Z_{max}$
Черновой	80	100	10	370	360	100	36,28	36,38	360	460
Чистой	20	30	10	370	100	25	37	37,025	100	125

### 3.5. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Расчет режимов резания для операции обработки внутренней поверхности диаметром 37Н7. Выполняется 1 черновой проход и 1 чистой. Выбор инструмента производится на сайте Sandvik Coromant в соответствующем разделе [17].

#### 3.5.1. Черновая обработка

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

Растачивание поверхности диаметром 34 мм до 36,28 мм за один проход.

Скорость резания определяется по формуле [18, 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 [18, с. 268];

$T = 30$  мин – стойкость инструмента [18, с. 268];

$m = 0,2$  [18, с. 269];

$t = 1,14$  мм – глубина резания;

$x = 0,15$  [18, с. 269];

$s = 0,7$  мм – подача [18, с. 267];

$$y = 0,45 [18, \text{ с. 269}].$$

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

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

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

Частота вращения шпинделя:

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

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

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

где  $C_p = 300 [18, \text{ с. 273}];$

$t = 10,4 \text{ мм}$  – длина лезвия резца [19];

$x = 1 [18, \text{ с. 273}];$

$s = 0,7 \text{ мм/об}$  – подача;

$y = 0,75 [18, \text{ с. 273}];$

$V = 416 \text{ мм/мин}$  – скорость резания;

$n = -0,15 [18, \text{ с. 273}];$

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p}$  – поправочный коэффициент [18, 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 [18, с. 271]:

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

### 3.5.2. Чистовая обработка

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

Растачивание поверхности диаметром 36,28 мм до 37 мм за один проход.

Скорость резания определяется по формуле [18, с. 265]:

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

где  $C_V = 350$  [18, с. 269];

$K_V = K_{mV} K_{nV} K_{иV}$  – поправочный коэффициент [18, с. 268];

$T = 30$  мин – стойкость инструмента [18, с. 268];

$m = 0,2$  [18, с. 269];

$t = 0,72$  мм – глубина резания;

$x = 0,15$  [18, с. 269];

$s = 0,42$  мм/об – подача [18, с. 268];

$y = 0,35$  [18, с. 269].

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

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

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

Частота 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  $C_p = 300$  [18, с. 273];

$t = 11,8$  мм – длина лезвия резца [20];

$x = 1$  [18, с. 273];

$s = 0,42$  мм – подача;

$y = 0,75$  [18, с. 273];

$V = 530$  мм/мин – скорость резания;

$n = -0,15$  [18, с. 273];

$K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}$  – поправочный коэффициент [18, 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 [18, с. 271]:

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

Итоговые режимы резания приведены в табл. 3.2.

Табл. 3.2

Проход	Скорость резания $V$ , м/мин	Глубина резания $t$ , мм	Частота вращения шпинделя $n$ , об/мин	Подача $S$ , мм/об
Черновой	416	1,14	3896	0,70
Чистовой	530	0,72	4652	0,42

### 3.6. Выбор оборудования

Выбор оборудования производится исходя из размеров заготовок и рассчитанных режимов резания. Выбранное оборудование представлено в табл. 3.3.

Табл. 3.3.

Операция	Название станка	Изображение	Характеристики
Заготовительная	Abamet AML3015		Макс. размер листа 1500x3000 мм; Макс. толщина листа (сталь) 12 мм.
Токарная	Haas ST-10		Макс. обрабатываемый диаметр 305 мм; Макс. частота вращения шпинделя 6000 об/мин; Макс. мощность шпинделя 11,2 кВт.

### 3.7. Расчет усилия зажима приспособления

Выбранное приспособление для обработки заготовки – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон. Заготовка базируется с упором в торец, соответственно необходимо рассчитать силу, которую приложить для предотвращения проворота заготовки в приспособлении.

Суммарная сила зажима обрабатываемой детали рассчитывается по формуле [21, с. 14]:

$$W = \frac{k \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R},$$

где  $k = 1,5$  – коэффициент запаса;

$P_z = 81$  Н – сила резания;

$R_0 = 37$  мм – радиус обрабатываемой части детали;

$f = 0,2$  – коэффициент трения (сцепления) между рабочей поверхностью кулачков и обрабатываемой деталью;

$R = 34$  мм – радиус зажатой кулачками части детали.

$$W = \frac{1,5 \cdot 81 \cdot 37}{0,2 \cdot 34} = 661 \text{ Н}$$

### **Выводы по разделу**

В результате проделанной работы был спроектирован технологический 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.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4А7В	Богданову Дмитрию Андреевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 406 923,5 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 347066,2 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,15 баллов из 5
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30,2%

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Структура работ, определение трудоемкости
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	06.05.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4А7В	Богданов Дмитрий Андреевич		

## **Введение**

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирования финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках научно-исследовательского проекта. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Предметом проекта ВКР является кровать-трансформер, как многофункциональное реабилитационное устройство: кровать, массажный стол, тренажер. Основными пользователями данного оборудования являются пациенты и медицинский персонал. Кровать-трансформер может устанавливаться в лечебных учреждениях, пансионатах, реабилитационных центрах, а также в частных домах и квартирах.

Актуальность работы обусловлена неспособностью современных многофункциональных кроватей обеспечить одновременно роль тренажера для ног, массажного стола, кровати и кресла, а также невозможностью кроватей быть одинаково адаптивными для людей с разными параметрами роста, и неспособностью кроватей-тренажеров выводить больного в положение стоя.

### **4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований**

#### **4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Для проведения анализа круга потребителей продукта (изделия) нужно рассмотреть целевой рынок и провести его сегментированию.

Под целевым рынком понимается сегмент рынка, которому будет предложена данная разработка. Сегмент рынка составляют группы потребителей, которые обладают наличием определенных признаков.

В свою очередь под сегментированием понимают процесс распределения потребителей на равные группы, в которых может возникнуть потребность приобрести данный товар или услугу. Сегментирование можно проводить по географическому, поведенческому, демографическому и другим признакам.

Также применимо использовать комбинации со следующими критериями: пол, возраст, образование, национальность, профессия, социальный статус и так далее. Критерии сегментирования используются индивидуально для каждого конкретного случая.

Сегментируем рынок, относительно спроектированного изделия (табл. 4.1).

Табл. 4.1. Карта сегментирования рынка

		Тип реабилитационной кровати		
		Без регулирования	С регулированием длины тазобедренной части	С регулированием высоты ножек кровати
Пользователи	Медицинские учреждения			
	Реабилитационные центры			
	Индивидуальное использование			

По итогам сегментирования можно сделать следующий вывод: кровати с регулированием высоты и тазобедренной части (что характерно для спроектированной установки) используются в основном в реабилитационных центрах и индивидуальном использовании. Следовательно, на выявленных потребителей будет рентабельным направить внимание при продажах.

#### 4.1.2. SWAT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Составим SWOT-анализ относительно нашего проекта (табл. 4.2).

Табл. 4.2. SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
	1. Низка стоимость; 2. Многофункциональность; 3. Уникальность разработки; 4. Использование отечественных комплектующих; 5. Востребованность рынка.	1. Отсутствие дополнительных устройств; 2. Отсутствие послепродажного обслуживания; 3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытаний; 4. Большой срок поставок материалов и комплектующих.
<b>Возможности</b>	Использование отечественных комплектующих упростит переход на серийное производство, при таком типе производства на рынке будет обеспечиваться низкая стоимость продукта, что будет поддерживать высокую востребованность на рынке. (B4C1C4C5)	Отрицательным фактором притока частного капитала может являться отсутствие дополнительных устройств, отсутствие послепродажного обслуживания, а также необходимого оборудования для проведения испытаний. Все это может замедлить рост производства изделия.
1. Рост спроса в виду уникальности установки; 2. Возможен приток частного капитала; 3. Выход на международный рынок в случае спроса продукта; 4. Возможен переход на серийное производство;		

5. Возможность расширения функционала кровати.		(В2Сл1Сл2Сл3)
<b>Угрозы</b>	Улучшение возможностей функционала, уникальность данной разработки и использование отечественных комплектующих контролируется государством могут возникнуть проблемы при изготовлении изделия при введении новых государственных требований к сертификации продукции. (У5С2С3С4)	Нестабильное финансирование приводит к невозможности изготовления дополнительных устройств, к неспособности осуществлять послепродажное обслуживание, приобрести необходимое оборудование для испытаний, а также неспособности стабильно пополнять комплектующие. Всё это может привести, фактически, к остановке производства. (У2Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5)
1. Отсутствие спроса из-за неправильного продвижения; 2. Нестабильное финансирование; 3. Срыв поставки комплектующих; 4. Ограничение на экспорт установки; 5. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции.		

На пересечении параметров представлен анализ интерактивных таблиц в форме записи сильно конкурирующих факторов. Каждая из записей представляет собой направление возможной реализации проекта.

#### 4.2. Планирование научно-исследовательских работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;

- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

#### 4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлен в табл. 4.3.

Табл. 4.3. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Инженер, руководитель
Выбор направления исследований	2	Литературный обзор	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель
	4	Календарное планирование работ	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Построение моделей и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер, руководитель
Разработка технической документации и проектирование	8	Разработка принципиальной схемы, создание модели изделия	Инженер, руководитель
	9	Расчет конструкции	Инженер

	10	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Инженер
Оформление отчета по научному исследованию	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технологической документации)	Инженер

#### 4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Требуется определить трудоёмкость выполнения работ для обоснованного расчёта заработной платы. Для этого сначала находим ожидаемое значение трудоёмкости. Затем определим продолжительность работы в рабочих днях.

Чтобы определить ожидаемое значение трудоёмкости  $t_{ожи}$  воспользуемся следующей формулой:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макси}}{5},$$

где:

$t_{мини}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{макси}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Чтобы определить продолжительность работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , воспользуемся формулой:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i},$$

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

Для удобства представления информации полученные результаты запишем в табл. 4.4.

Табл. 4.4. Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	$t_{min i}$ , чел.-дн.	$t_{max i}$ , чел.-дн.	$t_{ож. i}$ , чел.-дн.	$T_{pi}$ , раб.-дн.
1	3	8	5	2,5
2	15	25	19	19
3	3	6	4,2	4,2
4	2	5	3,2	3,2
5	10	20	14	14
6	10	20	14	14
7	3	10	5,8	2,9
8	5	20	11	5,5
9	7	20	12,2	12,2
10	4	8	5,6	5,6
11	5	11	7,4	7,4

#### 4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным в рамках данного проекта является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Для этого необходимо длительность работы из рабочих дней, полученных в пункте 2.2, перевести в календарные дни. Значения в календарных днях  $T_{ki}$ , рассчитываются и округляются до целых значений по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где:

$T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности  $k_{\text{кал}}$  определяем по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}$$

где:

$T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48$$

Полученные результаты сведены в табл. 4.5.

Табл. 4.5. Количество затраченных календарных дней на работы

№ раб.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$T_{ki}$ , кал.-дн.	4	28	6	5	21	21	4	8	18	8	11

График Ганта представлен на рис. 4.1.

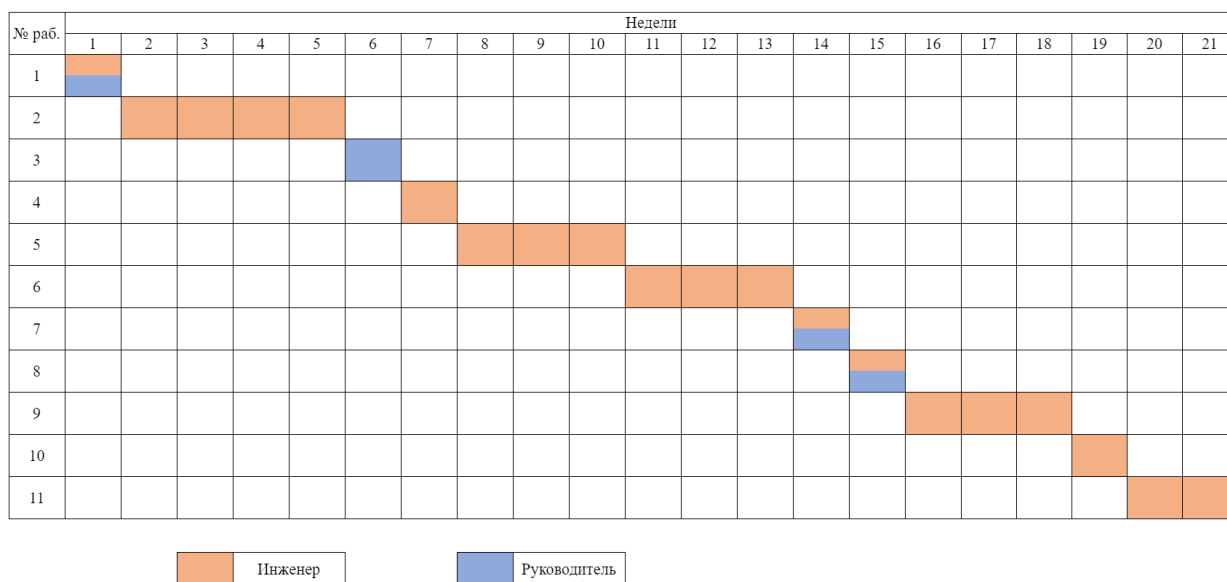


Рис. 4.1. График Ганта

#### 4.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В

процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на специальное оборудование;
- накладные расходы.

#### **4.2.4.1. Основная заработная плата исполнителей темы**

Статья включает основную заработную плату работников, занятых выполнением НТИ, и дополнительную заработную плату:

$$З_{\Pi} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}},$$

где:

$З_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоёмкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}},$$

где:

$З_{\text{дн}}$  – средняя дневная заработная плата работника, руб.;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

Средняя дневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{М}} \cdot M}{F_{\text{Д}}},$$

Где

$Z_M$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 рабочих дня ( $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя);

$F_D$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где:

$Z_{mc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

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

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

Расчёт заработной платы руководителя:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{51285 \cdot 11,2}{366 - 134 - 24} = 2761,4 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2761,4 \cdot 22 = 60750,8 \text{ руб.}$$

Расчёт заработной платы инженера:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 12\,792 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 24944,4 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{24944,4 \cdot 11,2}{366 - 134 - 24} = 1343,2 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1343,2 \cdot 128 = 171929,6 \text{ руб.}$$

#### 4.2.4.2. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспече-

нием гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,13)

Расчет дополнительной заработной платы руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 60750,8 = 7897,6 \text{ руб.}$$

Расчет дополнительной заработной платы инженера:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 171929,6 = 22350,9 \text{ руб.}$$

#### **4.2.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)**

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

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования 93 (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2021 г. в соответствии с НК от 31 июля 1998 года N 146-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %. В табл. 4.6 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Табл. 4.6. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления
Руководитель	60750,8	7897,6	21967,5
Инженер	171929,6	22350,9	62169,8

#### 4.2.4.4. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Для данной статьи расходов рассчитаем амортизационные отчисления оборудования, используемого при ее выполнении: ноутбук DELL.

Амортизационные отчисления определим линейным методом:

$$A = \frac{P_{\text{ст}} \cdot H_a}{100\%},$$

где

$A$  – искомая сумма амортизации;

$P_{\text{ст}}$  – первоначальная стоимость оборудования;

$H_a$  – норма амортизации.

Норма амортизации выражается в процентах и представляет собой соотношение единицы на весь предполагаемый срок использования оборудования:

$$H_a = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot 100\%$$

Норма амортизации ноутбука, используемого для выполнения работы составляет:

$$H_a = \left(\frac{1}{36 \text{ мес}}\right) \cdot 100\% = 2,7$$

Тогда, амортизация оборудования составила:

$$A = \frac{50000 \cdot 2,7}{100\%} = 1350 \text{ руб.}$$

#### 4.2.4.5. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определим бюджет затрат на научно-исследовательский проект. Для этого просуммируем все рассчитанные финансовые показатели проекта из предыдущих пунктов. Для наглядности составим табл. 4.7, в которой показаны все сведения.

Табл. 4.7. Расчёт бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Затраты по основной зарплате	232680,4	57,6
2. Затраты по дополнительной зарплате	30248,5	7,5
3. Отчисления во внебюджетные фонды	84137,3	20,8
4. Затраты на специальное оборудование	1350,0	0,3
5. Накладные расходы	55746,6	13,8
Бюджет затрат НИИ	404162,8	100,0

### 4.3. Определение ресурсной эффективности исследования

Рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности, для этого составим табл. 4.8.

Табл. 4.8. Оценка характеристики проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка по 5-ти бальной шкале
1.Соответствие требованиям потребителей	0,35	5
2.Материалоёмкость	0,15	3
3.Удобство в эксплуатации	0,15	5
4.Энергосбережение	0,05	2
5.Надёжность	0,20	4
6.Длительность разработки	0,10	3
Итого	1	

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

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

где:

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

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

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

$$I_{pi} = 0,35 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 2 + 0,20 \cdot 4 + 0,10 \cdot 3 = 4,15$$

Такое значение интегрального показателя говорит о том, что разработанный проект достаточно ресурсоэффективный.

### **Выводы по разделу**

В результате выполнения раздела «Финансовый менеджмент» выполнена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований, произведено планирование научно-исследовательских работ, определена ресурсная эффективность исследования.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4A7B	Богданов Дмитрий Андреевич

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

Тема ВКР:

<b>Автоматизированная приводная система реабилитационной кровати в области спина-бедро</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – медицинская автоматизированная кровать для реабилитации неходячих больных. Область применения – реабилитация людей с ограниченными возможностями.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	ГОСТ Р ИСО 14738-2007. Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин; ГОСТ 23000-78. Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования; ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования; ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования; Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021).
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<b>Вредные факторы:</b> - недостаток необходимого освещения; - повышенный уровень шума; - воздействие химических веществ (лекарственные средства); - аномальные микроклиматические параметры воздушной среды. <b>Опасные факторы:</b> - факторы, связанные с электрическим током;

<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Атмосфера: пыль, использование освещения, в котором присутствует тяжелый металл (люминесцентные лампы). Литосфера: отходы жизнедеятельности. Гидросфера: мусор, бытовая химия.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможные ЧС: наводнения, ураганы, пожары, удар электрическим током. Наиболее типичная ЧС: пожар.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	06.05.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Богданов Дмитрий Андреевич		

## **Введение**

Основной задачей данного раздела является выявление и анализ вредных и опасных факторов при исследовании и проектировании новой разработки и поиск средств защиты от них, создание оптимальных условий труда, анализ влияния на окружающую среду и профилактика ЧС.

Предметом проекта ВКР является кровать-трансформер, как многофункциональное реабилитационное устройство: кровать, массажный стол, тренажер. Основными пользователями данного оборудования являются пациенты и медицинский персонал. Кровать-трансформер может устанавливаться в лечебных учреждениях, пансионатах, реабилитационных центрах, а также в частных домах и квартирах.

Актуальность работы обусловлена неспособностью современных многофункциональных кроватей обеспечить одновременно роль тренажера для ног, массажного стола, кровати и кресла, а также невозможностью кроватей быть одинаково адаптивными для людей с разными параметрами роста, и неспособностью кроватей-тренажеров выводить больного в положение стоя.

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

В данном подразделе приводятся специальные правовые нормы законодательства и основные эргономические требования к рабочей зоне.

#### **5.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы законодательства**

Для медицинских работников устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени не более 39 часов в неделю. В зависимости от должности и (или) специальности продолжительность рабочего времени медицинских работников определяется Правительством Российской Федерации.

Отдельным категориям медицинских работников может быть предоставлен ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск. Продолжительность дополнительного отпуска устанавливается Правительством Российской Федерации [Статья 350 ТК РФ].

Работники медицинских организаций проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры в целях охраны здоровья населения, предупреждения возникновения и распространения заболеваний [Статья 213 ТК РФ].

### **5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

При работе с пациентом медицинский работник как правило занимает положение стоя (уход за пациентом, массаж, выполнение упражнений). В обычном положении кровать имеет высоту 580 мм, в поднятом (положение массажного стола) 950 мм, так же предусмотрено вертикальное положение.

Требование к рабочему месту при выполнении работ стоя описаны в ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ.

Для изменения положений и режимов работы функциональной кровати рабочая зона должна иметь органы управления и средства отображения информации, требования к ним описаны в ГОСТ 22269-76 и ГОСТ 23000-78.

## 5.2. Производственная безопасность

В данном подразделе анализируются опасные и вредные факторы, которые могут возникать при разработке, изготовлении и эксплуатации проектируемого решения.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в табл. 5.1.

Табл. 5.1. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изготов- ление	Эксплуа- тация	
1. Недостаток необходимого освещения	+	+	+	СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
2. Повышенный уровень шума		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014. Шум.
3. Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений; СП 2.1.3678-20. Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг.
4. Факторы, связанные с электрическим током	+	+	+	ГОСТ Р 12.1.009-2009. Электробезопасность.

### **5.2.1. Недостаток необходимого освещения**

Недостаточное освещение оказывает негативное влияние на работоспособность и эмоциональное состояние работников. Установлено, что свет кроме зрительного восприятия влияет на нервную оптико-вегетативную систему, систему иммунной защиты и развитие организма.

Свет в помещении должен быть комбинированным (естественное и искусственное освещение). Для искусственного освещения применяют люминесцентные лампы. В соответствии с СП 52.13330.2011 норма освещенности в палате должна быть  $E_n = 200$  Лк.

### **5.2.2. Повышенный уровень шума**

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Внезапные шумы высокой интенсивности, даже кратковременные (взрывы, удары и т.п.), могут вызвать как острые нейросенсорные эффекты (головокружение, звон в ушах, снижение слуха), так и физические повреждения (разрыв барабанной перепонки с кровотечением, поражения среднего уха и улитки).

В качестве индивидуальных средств защиты при работе с оборудованием, рационально использование противозумных вкладышей, наушников и шлемов.

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014, эквивалентный уровень звука в условиях помещения медицинского учреждения не должен превышать 40 дБ. В данной установке для трансформации кровати установлены двигатели, которые производят шум в пределах 20-35 дБ. Так, как регулировка кровати не постоянна, установка будет производить шум кратковременно. Нормы кратковременного шума в палате составляет: 55-60 дБ.

### **5.2.3. Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды**

Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Длительное воздействие на человека неблагоприятных показателей микроклимата ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям. Поэтому в организации должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, установленные СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» и СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности в зоне покоя пациента должны составлять 24°C и 40-50% соответственно.

### **5.2.4. Факторы, связанные с электрическим током**

Результатом воздействия электрического тока на организм человека являются электрические травмы, электрические удары и даже смерть [ГОСТ Р 12.1.009-2009]. Наиболее опасны электрические травмы в виде ожогов, возникающие на том месте тела человека, на котором происходит контакт с токоведущей частью электроустановки. Обычно электроожоги сопровождаются кровотечениями, омертвением пораженных участков тела. Механические повреждения возникают в результате сокращений мышц под действием тока, который проходит через тело человека. Результатом механического повреждения могут стать вывихи суставов, переломы костей, разрывы кровеносных сосудов и нервных тканей.

Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА. Мерами

защиты от воздействия электрического тока являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства.

### **5.3. Экологическая безопасность**

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду, выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды.

Из всего количества отходов медико-санитарной деятельности приблизительно 85% – это обычные неопасные отходы, сопоставимые с бытовыми отходами. Оставшиеся 15% считаются опасными материалами, которые могут быть инфекционными, химическими или радиоактивными.

#### **5.3.1. Защита атмосферы**

Обработка медицинских отходов химическими дезинфицирующими веществами может приводить к выбросам химических веществ в окружающую среду в случае, если обращение, хранение и удаление этих веществ не осуществляется экологически обоснованными способами.

Сжигание отходов широко практикуется, но неправильное сжигание или сжигание несоответствующих материалов приводит к высвобождению в атмосферу загрязняющих веществ и образованию зольных остатков. Сжигаемые материалы, содержащие хлор или обработанные хлором, могут образовывать диоксины и фураны, которые являются канцерогенами для организма человека и связаны с целым рядом неблагоприятных последствий для здоровья. Сжигание тяжелых металлов или материалов с высоким содержанием металлов (в частности свинца, ртути и кадмия) может приводить к распространению токсичных металлов в окружающую среду.

Лишь современные мусоросжигательные печи, функционирующие при 850-1100°C и оснащенные специальным оборудованием для газоочистки, отвечают международным нормам выбросов диоксинов и фуранов.

Следует рассматривать возможности применения альтернативных сжиганию способов утилизации отходов (таких как автоклавирование, обработка в микроволновых печах, обработка паром в сочетании с внутренним смешением), позволяющих минимизировать образование и выбросы химических и других опасных веществ, при наличии достаточных ресурсов для функционирования и поддержания таких систем и удаления обработанных отходов.

### **5.3.2. Защита литосферы**

На территории медицинского учреждения для временного хранения медицинских отходов должно быть отведено специальное место. При строительстве нового здания в его проекте должно быть предусмотрено место для хранения отходов. Размеры таких хранилищ должны соответствовать количеству образующихся отходов и частоте их сбора. Эти места должны быть полностью закрыты и отделены от кладовых или мест приготовления пищи. Доступ к ним должен иметь исключительно специально уполномоченный персонал. В них должна быть предусмотрена погрузочная платформа, место для утрамбовки картоны и упаковочных прессов, места для контейнеров с острыми предметами, контейнеры для отходов, предназначенных для вторичной переработки, а также надежное место для хранения опасных материалов.

Место для хранения инфицированных отходов и отходов, состоящих из острых предметов должно быть обозначено при помощи знака биологической опасности. Поверхности полов и стен должны быть уплотнены или отделаны плиткой для облегчения дезинфицирования.

### **5.3.3. Защита гидросферы**

Обычно сточные воды собираются со всего медицинского учреждения системой соединённых между собой канализационных труб и отводятся под

землей в централизованную систему удаления сточных вод. Отвод образованных в медицинском учреждении сточных вод в муниципальную канализационную систему предпочтителен при условии выполнения местных нормативных требований на муниципальной очистной станции. При отсутствии основной системы канализации сточные воды могут собираться с медицинских участков при помощи трубопровода и отводиться в выгребную яму, септик-танк или канализационные системы на основе контейнеров для первоначальной обработки.

Важно тщательно обдумать наилучшие варианты обеспечения охраны здоровья людей и окружающей среды в учреждении, учитывая, что во многих районах с ограниченными ресурсами отсутствуют системы канализации и/или не обеспечивается безопасное удаление отходов.

Вывоз необработанных медицинских отходов на мусорные свалки, в случае их ненадлежащего сооружения, может приводить к загрязнению питьевой воды, поверхностных и грунтовых вод.

#### **5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В данном подразделе проводится краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого решения: наводнения, ураганы, пожары, удар электрическим током.

Наиболее частая чрезвычайная ситуация – пожар. Основной причиной пожара в больничной палате является неисправность электрооборудования, короткое замыкание, нагрев проводов и загорание изоляции, перезагрузка электрических сетей электропроводки, однако, пожар может возникнуть и при неосторожном обращении с огнем. Основы противопожарной защиты предприятий определены ГОСТ 12.1.004-91.

Мероприятия противопожарной профилактики: в палате должна предусматриваться автоматическая пожарная сигнализация и предусмотрен план

эвакуации; система вентиляции должна быть оборудована устройством, обеспечивающим автоматическое отключение при пожаре; запрет курения в неустановленных местах; своевременная профилактика, осмотры, ремонты и испытание противопожарного оборудования.

При возникновении пожара необходимо сообщить о случившемся в службу спасения по телефонам «01», «112»; организовать эвакуацию людей (при эвакуации, не следует создавать паники, нужно двигаться в соответствии с планом эвакуации); использовать имеющиеся в помещении средства пожаротушения; если не удастся ликвидировать очаг пожара своими силами, то необходимо выйти из помещения и закрыть дверь, не запирая ее на замок, и следовать к выходу согласно плана эвакуации.

### **Выводы по разделу**

В результате выполнения раздела «Социальная ответственность» установлены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности объекта, выявлены опасные и вредные факторы при разработке, изготовлении и эксплуатации объекта, предложены мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов, рассмотрено влияние на окружающую среду, рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и предложены действия при их возникновении. Все приложения возможно внедрить на предприятии.

## Заключение

В ходе выполнения бакалаврской работы были систематизированы и закреплены знания в сфере профессиональной деятельности. Выполнены следующие задачи:

1. Проведен обзор истории появления данной тематики, выявлены этапы развития тематики, оценено современное состояние исследований по тематике, проведен обзор кроватей для реабилитации больных, проанализированы их конструкции, выявлены плюсы и минусы. Проведен анализ травм опорно-двигательного аппарата, подлежащих лечению с помощью кровати-тренажера.

2. Проведена модернизация автоматизированной приводной системы реабилитационной кровати в области спина – бедро. Спроектирован планетарный редуктор, устанавливаемый в механизм подъема туловища и бедер, уменьшены диаметральные размеры данного узла.

3. Проведен анализ технологичности детали фланца стакана, спроектирован технологический процесс его изготовления в условиях мелкосерийного производства, выбрана заготовка, составлен технологический маршрут обработки, рассчитаны припуски на механическую обработку для диаметрального размера, выбрано необходимое оборудование, в соответствии с режимами резания для операции токарной обработки.

4. выполнена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований, произведено планирование научно-исследовательских работ, определена ресурсная эффективность исследования.

5. Установлены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, выявлены опасные и вредные факторы при разработке, изготовлении и эксплуатации, предложены мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов, рассмотрено влияние на окружающую среду, рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и предложены действия при их возникновении.

## Список литературы

1. La tumbona plegable más antigua de la historia perteneció a Tutankamón // Ancient Origins URL: <https://www.ancient-origins.es/artefactos-otros-artefactos-noticias-historia-arqueologia/la-tumbona-plegable-más-antigua-la-historia-perteneció-tutankamón-004427> (дата обращения: 30.03.2021).
2. MD011 Norman Antique Military Cot Stretcher // ACME URL: <https://www.acmebrooklyn.com/prop/md011-norman-antique-military-cot-stretcher/> (дата обращения: 30.03.2021).
3. История медицинской кровати // ДОБРОТА.RU URL: <https://www.dobrota.ru/posts/istoria-medicinskoj-krovati/> (дата обращения: 31.03.2021).
4. Положение Фаулера // NPNN.RU URL: <http://npnn.ru/patient-care/fowlers-position/> (дата обращения: 01.04.2021).
5. Рындина Ю.С. Разработка и исследование возможностей кровати-трансформера для людей с ограниченными функциями. - Томск, 2020. - 145 с.
6. Войта В., Петерс А. Принцип Войты. - 3 изд. - Шприсхайм: Springer, 2007. - 183 с.
7. Принцип Войты. Игра мышц при рефлекторном поступательном движении и в двигательном онтогенезе. // Internationale Vojta Gesellschaft e.V. URL: <https://www.vojta.com/ru/vojtaprinzip/vojta-therapie> (дата обращения: 16.04.2021).
8. Особые дети. Давайте двигаться вместе! Взгляд на книги, посвященные детям с двигательными нарушениями. // Вестник учебной и детской литературы. - 2006. - №4. - С. 1-6.
9. Иванов М.Н. Волновые зубчатые передачи. - М.: Высшая школа, 1981. - 184 с.

10. Заблонский К.И., Горобец И.П. Планетарные передачи. Вопросы конструирования. - Киев: Техника, 1972. - 142 с.
11. Алексей Тимушев травматолог-ортопед URL: [http://ortoscop.ru/?page\\_id=1327](http://ortoscop.ru/?page_id=1327) (дата обращения: 16.04.2021).
12. Типы электродвигателей и их особенности // СЗЭМО URL: <https://www.szemo.ru/press-tsentr/article/typy-elektrodvigatelye-i-ikh-osobennosti/> (дата обращения: 16.04.2021).
13. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика: Учеб. для сред, и высш. учеб, заведений. - М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. - 672 с.
14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
15. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. - 2 изд. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. - 91 с.
16. Радкевич Я.М. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов/ под ред. В.А. Тимирязева. – М.: Высш. шк., 2004. – 272с.: ил.
17. CoroPlus ToolGuide // Sandvik Coromant URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/tool-guide.aspx> (дата обращения: 10.04.2021).
18. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 495 с.
19. DCMT 11 T3 12-PR 4325 // Sandvik Coromant URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=dcmt%2011%20t3%2012-pr%204325> (дата обращения: 10.04.2021).

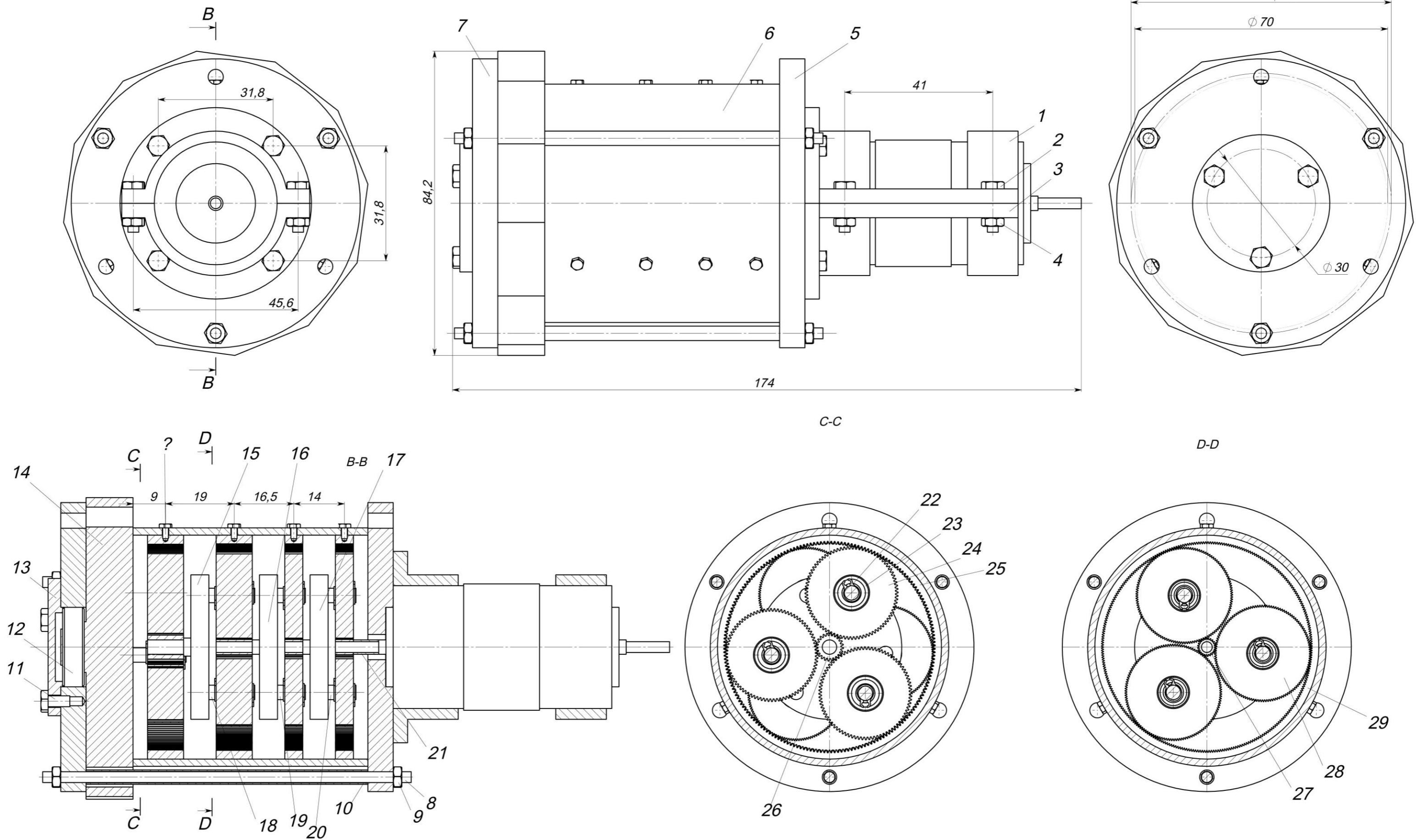
20. TR-VB1312-F 4325 // Sandvik Coromant URL:

<https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=tr-vb1312-f%204325> (дата обращения: 10.04.2021).

21. Методические указания к лабораторным работам по курсу “Проектирование оснастки для технологических систем инструментального производства” для студентов специальности 151002.65 «Металлообрабатывающие станки и комплексы». / Семенченко, Бакаев, Щедрин, Скоромнов, – М.: МГТУ «МАМИ», 2008. – 52 с.

Приложение А

ИШНПТ-8Л71137.01.00.00



**Технические характеристики**  
 1 Частота вращения двигателя 6000 об/мин  
 2 Частота вращения выходного валика 0,3 об/мин  
 3 Момент на выходном валике 308 Нм

**Технические требования**  
 1 Зазор между двигателем и крышкой 0,1 мм  
 2 Корпус красить эмалью  
 3 Подшипники запрессованы в сателлиты

ИШНПТ-8Л71137.01.00.00			
Изм.	Лист	№ докум.	Позв.
Разраб.	Богданов		
Проект.	Кручинин		
Т.контр.			
Н.контр.	КБ		
Утв.			
Редуктор		Лист	Масса
Сборочный чертеж		1	0.359
		Листов	Масштаб
		1	2:1