НАУЧНЫЕ ИНСАЙТЫ

Сборник научных трудов по итогам международного конкурса фундаментальных и прикладных исследований для студентов и учащихся

WWW.SCIPRO.RU

НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА

Научные инсайты

Сборник научных трудов по итогам международного конкурса фундаментальных и прикладных исследований для студентов и учащихся

23 августа 2023 г.

www.scipro.ru
Нижний Новгород, 2023

УДК 00
ББК 00

Главный редактор: Н.А. Краснова
Технический редактор: Ю.О.Канаева

Научные инсайты: сборник научных трудов по итогам международного конкурса фундаментальных и прикладных исследований для студентов и учащихся, 23 августа 2023 г., Нижний Новгород: Профессиональная наука, 2023. – 38 с.

ISBN 978-1-4467-4583-0

Данная книга является сборником научных трудов по итогам международного конкурса фундаментальных и прикладных исследований для студентов и учащихся, проводимых НОО «Профессиональная наука» в рамках проекта Interclover.

Эта книга будет наиболее полезна для учащихся школ, студентов, магистрантов и аспирантов.

УДК 00
ББК 00

9 781446 745830

© Редактор Н.А. Краснова, 2023

© Коллектив авторов, 2023

© Lulu Press, Inc.

© НОО Профессиональная наука, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ 5

Левшукова К.М. Формирование концептуального решения архитектурного проекта с применением нейросетей 5

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОЦИАЛЬНЫХ НАУК 15

Самылова А.С. «Дистанционная (удаленная) работа»: понятийный аппарат, актуальные вопросы 15

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК 21

Поезжаева Е.В., Тонков Е.Ю., Тонкова К.А. Экспериментально-аналитическое исследование прочностных характеристик конструкции робота-манипулятора для позиционирования тяжелых грузов 21

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 26

Поезжаева Е.В., Тонков Е.Ю., Тонкова К.А. Аналитическое исследование кинематической схемы робота-манипулятора для позиционирования тяжелых грузов 26

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

АРХИТЕКТУРА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Левшукова К.М. Формирование концептуального решения архитектурного проекта с применением нейросетей

Левшукова К.М.
г. Москва
Московский информационно-технологический университет
Московский архитектурно-строительный институт МИТУ-МАСИ
Научный руководитель: **Забегина А.Р.**

Аннотация. *В статье рассматривается проблема использования нейросетей, как инструмента формирования архитектурной концепции, аргументируя новый подход к проектированию, основанный на алгоритме машинного обучения. Обосновывается их появление в рамках промышленной революции 4.0. Приводится классификация нейросетей и описывается их влияние на процесс архитектурного проектирования. Обозреваются возможности нейросети, которые позволяют анализировать большие объемы данных и выделять закономерности, улучшать качество проектов, создать инновационные и уникальные проекты, повышать эффективность использования ресурсов, улучшать экологическою устойчивость и безопасность зданий и разрабатывать вариации концептуальных обликов зданий, с учетом архитектурных решений среды проектирования. По результатам исследования оценивается потенциал нейросети в решении задач формирования концепций зданий и сооружений.*

Ключевые слова: *нейросеть, концепция, генеративное моделирование, архитектура нейромодели, искусственный интеллект.*

Современная архитектура — это искусство создания прекрасных и функциональных зданий, которые становятся символами городов и культурных наследий. Концепция в архитектуре является ключевым этапом в процессе создания любого проекта. Одним из самых перспективных направлений в архитектуре является использование нейросетей для формирования концептуального проекта.

Исследования в этой области приводят к созданию новых методов и инструментов для формирования концептуального проекта, позволяющих ускорить процесс создания концептуального проекта. Обозреваются основные этапы применения нейросетей и анализируется мировой опыт для оценки эффективности данного подхода, результаты которого позволяют специалистам оптимизировать процесс проектирования.

Цифровизация проектирования началась в 1960-х годах с развитием компьютерной технологий, но использование было ограничено из-за высокой стоимости и сложности использования. В 1980-х годах с появлением персональных компьютеров и развитием компьютерной графики использование архитектурных программ стало стандартом в индустрии строительства и дизайна, но полный переход на компьютерные системы произошел в 1990-х годах.[1]

Применение компьютерных технологий и нейросетей в архитектурном проектировании также связано с промышленной революцией 4.0, которая характеризуется внедрением цифровых технологий в архитектурный процесс. Начали применять такие технологии, как компьютерное моделирование, виртуальная реальность, использование IoT-технологий и искусственный интеллект.

Компьютерное моделирование позволяет создавать точные трехмерные модели зданий и сооружений, посредством анализа параметров и характеристик объектов, и создания виртуальных прототипов новых идей и концепций.

Виртуальная реальность позволяет создавать интерактивные визуализации проектов, которые используют для презентаций заказчикам и сотрудникам.

Использование IoT-технологий позволяет собирать данные о состоянии здания, которые применяют для оптимизации работы систем вентиляции, отопления, кондиционирования и управления энергопотреблением здания.

Применение нейросети в рамках промышленной революции приведено в таблице 1.

Таблица 1

Применение нейросетей в рамках промышленной революции 4.0 для автоматизации и оптимизации процессов архитектурного проектирования

Способ применения	*Результата*
Автоматизация и оптимизация процессов архитектурного проектирования.[9]	Автоматические создание 3D моделей на основе заданных параметров, что позволяет значительно ускорить процесс проектирования.
Анализ больших объемов данных.	Анализ энергетической эффективности зданий, позволяет архитекторам создавать более эффективные и экологически чистые здания.
Создание интерактивных виртуальных туров по зданиям и городам.	Позволяет архитекторам, дизайнерам и заказчикам лучше представлять себе будущий проект.
Улучшение качества проектирования и создания более инновационных и уникальных проектов.	Использование для анализа и синтеза форм, что позволяет создавать более сложные и оригинальные формы зданий.

Таким образом, использование нейросетей в рамках промышленной революции 4.0 значительно улучшает процесс проектирования зданий.

Нейросети начали использоваться в архитектурном проектировании недавно, однако уже существует множество исследований, проводимые академическими и коммерческими организациями. Некоторые из них включают:

1. Исследование Google Brain, которое использовало нейросеть для создания архитектуры здания. Результаты показали, что нейросеть может создавать эффективные и экономичные здания.

2. Исследование MIT, которое использовало нейросеть для оптимизации конструкции мостов. Результаты показали, что нейросеть может создавать более прочные и эффективные мосты, чем традиционные методы проектирования.

3. Исследование компании Autodesk, которая использовала нейросеть для создания оптимальных планов зданий. Результаты показали, что нейросеть может создавать более эффективные планы зданий, учитывая различные факторы.

4. Исследование компании Arup, которая использовала нейросеть для создания оптимальных конструкций зданий. Результаты показали, что нейросеть может создавать более прочные и эффективные конструкции, учитывая различные факторы.

Эти исследования показывают, что нейросети могут быть эффективным инструментом для оптимизации архитектурных проектов и создания более эффективных зданий и конструкций.

Задача формирования концептуального проекта с использованием нейросети заключается в создании оптимальной архитектурной концепции здания, которая учитывает технические, функциональные и эстетические требования, а также предпочтения заказчика и потребности будущих пользователей – такой подход называется метод комплексного проектирования.[2;7]

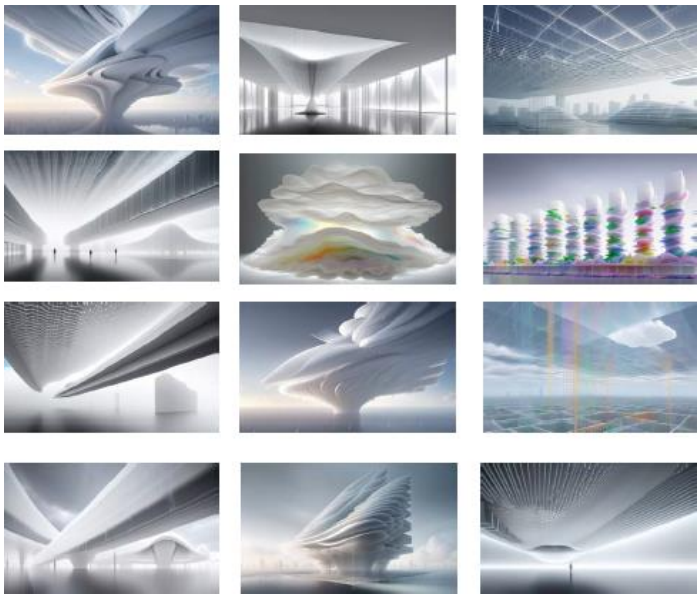


Рисунок 1. Формирование архитектурного облика здания с применением нейросети Stable Diffusion

Реализация метода комплексного проектирования с помощью нейросетей происходит путем создания модели нейросети, которая прогнозирует результаты проекта на основе характеристик объекта (Рисунок 1.). Для этого определяют цели и задачи проекта, подготавливают данные, создают модель нейросети, обучают ее и проводят тесты.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

После успешного тестирования модель используется для формирования концептуального проекта, оптимизации процесса проектирования и снижения затрат на производство.

Для формирования концептуального проекта с использованием нейросети [6] используется следующий алгоритм (Рисунок 2.):

1. Сбор данных о проекте, такие как параметры здания и требования к проекту.
2. Подготовка данных для использования нейросетью.
3. Обучение нейросети на этих данных. Нейросеть будет использовать эти данные для создания новых концептуальных проектов.
4. Генерация концептуальных проектов на основе заданных параметров.
5. Отбор лучших решений на основе заданных критериев.
6. Доработка проекта вручную, чтобы улучшить его качество и соответствие требованиям заказчика.
7. Реализация проекта после окончательного утверждения концептуального проекта.

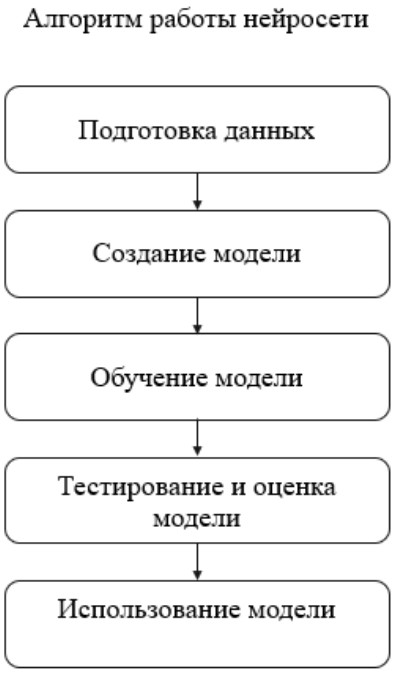


Рисунок 2. Схема работы нейросети в архитектурном проектировании

Таким образом, использование нейросетей для формирования концептуального проекта позволяет быстро и эффективно создавать новые проекты, которые соответствуют требованиям заказчика и качеству проектирования.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Следующим аспектом является необходимость учитывать ограничения, такие как бюджет и сроки строительства. Для учета ограничений, модель нейросети обучается на данных, которые содержат информацию о стоимости и сроках строительства прошлых проектов. Эта информация используется для определения параметров проекта, которые соответствуют заданным ограничениям.

Еще одним важным аспектом является баланс между функциональностью и эстетикой. Для этого, при формировании архитектурного концептуального облика, модель нейросети обучается на информации о проектах, которые оценены как успешные с точки зрения функциональности и эстетики, что позволяет учитывать современные тенденции и предпочтения в формировании архитектурного концептуального облика.

После обучения, нейросеть генерирует 3D моделей, применяя методы глубокого обучения и компьютерное зрение. Эта модель используется для визуализации, планирования и дизайна объектов и пространств. Нейросеть генерирует различные архитектурные 3D модели, в зависимости от задачи, которую она решает.

Для генерации архитектурных моделей зданий [8], нейросеть может использовать сверточные нейронные сети (CNN), которые способны анализировать изображения и выделять особенности объектов. Например, Inception - сверточная нейросеть, которая использует модули для более эффективного извлечения признаков изображений.

Для генерации 3D моделей мебели или других предметов интерьера, нейросеть может использовать генеративно-состязательные сети (GAN), которые способны генерировать изображения на основе обучающих данных. Например, Midjourney (Рисунок 3) - система на базе искусственного интеллекта, которая создает изображения из параметров пользователя

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Рисунок 3. Генерация изображений Midjourney

или Stable Diffusion (Рисунок 4) - программное обеспечение, создающее изображения по текстовым описаниям, с открытым исходным кодом.

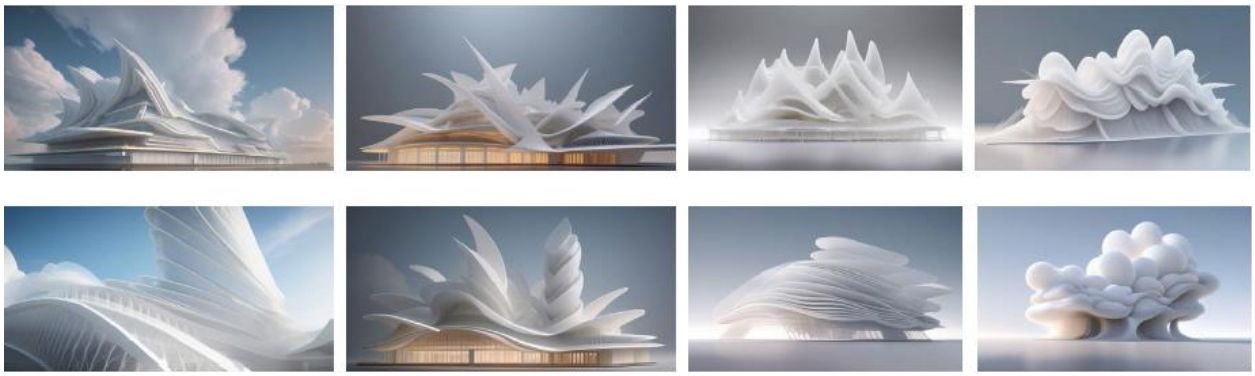


Рисунок 4. Генерация изображений Stable Diffusion

Также возможно использование рекуррентных нейронных сетей (RNN) для генерации последовательностей действий, например, LSTM (Long Short-Term Memory) - рекуррентная нейросеть, которая используется для обработки последовательностей данных с долгосрочной зависимостью, таких как 3D анимация.

Нейросети используются в современных архитектурных бюро для различных задач, таких как создание и оптимизация проектов, анализ данных о клиентах и пользовательском опыте, визуализация проектов и т.д. Некоторые известные архитектурные бюро, которые используют нейросети в своей работе, включают в себя Zaha Hadid Architects, Foster +

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

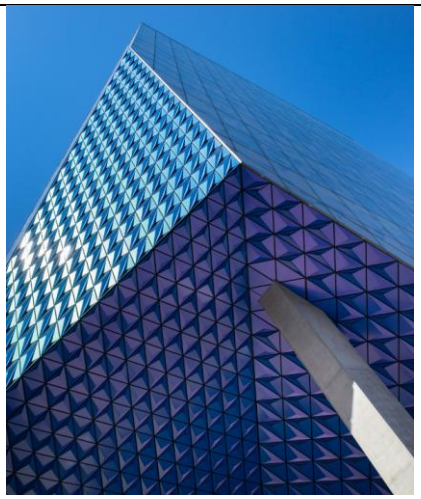
Partners, BIG (Bjarke Ingels Group), Snøhetta и Kohn Pedersen Fox Associates (KPF).Проекты разработанные с помощью нейросетей в представленных фирмах отображены в таблице 2.

Таблица 2

Проекты архитектурных бюро, выполненные с помощью нейросетей

Архитектурные бюро	*Проекты*
Zaha Hadid Architects	The Opus
Foster + Partners	The Gherkin

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

BIG	The Grove at Grand Bay
Snøhetta	 The Ryerson University Student Learning Centre
KPF	Lotte World Tower

Преимущества использования нейросети в архитектурной концепции [4]:

1. Быстрое создание и изменение 3D моделей, что позволяет экспериментировать с различными вариантами проектирования и быстро получать результаты.

2. Улучшение качества проектирования, что позволяет улучшить качество проектирования и сократить количество ошибок.

3. Автоматизация процесса проектирования, такие как создание планов зданий, расстановка мебели и т.д., что позволяет сократить время и уменьшить затраты на проектирование.

Недостатки использования нейросети в архитектурной концепции:

1. Нейросеть ограничена в возможностях создания сложных и уникальных 3D моделей, что может ограничить возможности архитекторов.

2. Разработка нейросети для использования в архитектурной концепции дорогая и требует значительных затрат на исследование и разработку.

3. Нейросеть требует обучения, что может занять значительное время и требует наличия опытных специалистов в области машинного обучения.

Использование нейросетей в архитектуре является перспективным направлением, которое позволяет улучшить качество проектов, анализировать данные о потребностях и предпочтениях пользователей, создать более удобные и комфортные здания, повысить эффективность использования ресурсов, улучшить экологическую устойчивость и безопасность зданий, разработка новых материалов и технологий. В будущем можно ожидать еще большего развития применения нейронных сетей в архитектурном проектировании и через несколько лет искусственный интеллект произведет прорыв в том, как мы придумывает, проектируем и исследуем архитектуру.

Библиографический список

1. Deep Learning in Architecture: Designing Sustainable Buildings with Neural Networks / Yoshua Bengio //Sustainability – 2018 г. – С. 1-56

2.Neural Network-Based Building Energy Prediction: A Comparative Study // University of Texas at Austin – 2019 г. – С. 1-19

3. Artificial Intelligence in Architecture: Generating New Designs Based on User Preferences" // Gdansk University of Technology – 2018 г. – С. 1-9

4. Using Artificial Neural Networks to Optimize Building Envelope Design // Energy and Buildings – 2021 г. – С. 1-9

5. Deep Learning for Architecture: A Review // Automation in Construction – 2019 г. – С. 1-29

6. Algorithms for optimization of building design / Machairas, V.; Tsangrassoulis, A.; Axarli, K. -2014 г. – С. 101–112.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

7.Editorial: Artificial neural networks as models of neural information processing / M. van Gerven and S. Bohte // Frontiers in Computational Neuroscience – 2017 г. – С 1- 211.

8. Architectural Materialisms: Nonhuman Creativity / Maria Voyazaki – 2018 г. – С. 1-45

9. Разработка и применение нейросетевой технологии прогнозирования к задачам строительной механики и конструкций. / Максимова О.М. //Труды Междунар. Конгресса «Наука и инновации в строительстве» - 2008 г. - С.146-151.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОЦИАЛЬНЫХ НАУК

Самылова А.С. «Дистанционная (удаленная) работа»: понятийный аппарат, актуальные вопросы

Самылова Алина Сергеевна,
студентка 1 курса магистратуры
Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова
Научный руководитель: Зав. кафедрой, доктор юридических наук, доктор исторических наук, профессор
Лушников Андрей Михайлович

Трудовое право в настоящее время, пожалуй, одна из самых меняющихся отраслей права. В первую очередь это связано с тем, что весь мир ощущает на себе воздействие цифровизации и масштабные процессы глобализации. Не зря XXI в. называют временем четвертой научно-технической революции, переходом от индустриального общества к постиндустриальному. Современный этап развития человечества называют также «информационным», поскольку информация стала одним из основных объектов в деятельности людей. Безусловно, такие глубокие процессы не могли не сказаться на сфере труда. Цифровизация задала определенную «планку» для трудовых правоотношений в современном их понимании: «рабочее место должно быть «умным» и компьютеризированным, трудовая функция - инновационной и связанной с обработкой данных, работник - гибким, готовым к адаптации в отношении меняющихся экономических условий, средства труда - интеллектуальными, настроенными на многостороннюю коммуникацию...»[1]. Иными словами, четко прослеживается тенденция усиления гибкости и дифференциации договорного регулирования трудовых отношений, когда модель традиционного «рабочего» договора уходит в прошлое, а на смену ему приходят «нетипичные» формы занятости, которые обладают не всеми (или модифицированными) традиционными признаками трудового правоотношения.

Однако не только указанные выше процессы способствуют развитию трудового права. Стоит вспомнить пандемию COVID-19, которая затронула все без исключения сферы жизни общества. Экономический кризис, рост цен, социальной напряженности, безработица – лишь малая часть проблем, с которыми общество столкнулось в новом десятилетии. 11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила распространение «коронавируса» пандемией. Весь мир был вынужден принимать меры по сдерживанию стремительного роста числа заболевших инфекцией. Главным способом в этой борьбе стало ограничение физических

[1] Лушников А. М. Цифровизация трудового права и трудовые отношения // Закон. 2022. № 10. С. 30.

контактов между людьми. Трудовой кодекс РФ[2] (далее - ТК РФ) не содержал на то время специальных норм, рассчитанных на подобные ситуации, поэтому в период пандемии важнейшие положения в сфере труда регулировались на уровне Указов Президента РФ (согласно ст. 5 ТК РФ указы Президента признаются нормативно-правовыми актами, содержащими нормы трудового права). Вопросы, которые возникали на практике, разъяснялись на ненормативном уровне (Рекомендациях, Письмах Минтруда).

Для сдерживания распространения коронавирусной инфекции работодателям было рекомендовано применять гибкие режимы работы, прежде всего различные формы работы на дому: удаленная, дистанционная, надомная работа[3]. Вопрос соотношения понятий удаленной и дистанционной работы сразу стал одним из самых актуальных, поскольку в Указах Президента, актах Минтруда данные термины не разделялись, в связи с чем на практике стали возникать вопросы, можно ли к удаленной работе применять положения гл. 49.1 ТК, которая регулирует труд дистанционных работников.

Так, например, в Письме Минтруда России от 26 марта 2020[4] было указано, что «...работники по соглашению с работодателем могут работать удаленно (дистанционно), если служебные обязанности и организационно-технические условия работы это позволяют». В акте Минтруда РФ «О дополнении к Рекомендациям работникам и работодателям в связи с Указом Президента РФ от 27 марта 2020 г. № 206» содержалась иная формулировка - удаленный режим работы[5]. Новое понятие формы работы вводится в Письме Минтруда России от 16 марта, где говорится: «рекомендуется применять дистанционный формат исполнения должностных обязанностей гражданских и муниципальных служащих при подготовке документов в электронном виде...». В Письме Роспотребнадзора[6] можно встретить рекомендацию перевода на дистанционную форму работы лиц из групп риска. Вариаций терминов было создано много, а вопрос на практике возник один: Как соотносятся эти понятия?

Если правовое регулирование труда дистанционных работников на тот момент получило закрепление в гл. 49.1 ТК РФ, то понятия удаленной работы до некоторого времени в трудовом законодательстве не содержалось. Сходство понятий было очевидно: и дистанционная, и удаленная работа предполагает выполнение трудовых обязанностей вне места нахождения работодателя, его обособленного структурного подразделения. Различие же заключалось в

[2] Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2002. №1 (ч. 1), ст. 3 (с изм. и доп.).

[3] Письмо Минтруда России от 23 апреля 2020 г. № 14-2/10/П-3710 «О направлении Рекомендаций по применению гибких форм занятости в условиях предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции на территории РФ» // Официальные документы в образовании. 2020. № 13.

[4] Письмо Минтруда РФ от 26 марта 2020 г. № 14-4/10/П-2696 «О направлении Рекомендаций работникам и работодателям в связи с Указом Президента РФ от 25 марта 2020 г. № 206» // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 17.08.2023).

[5] Письмо Минтруда РФ от 27 марта 2020 г. № 14-4/10/П-741 «О дополнении к Рекомендациям работникам и работодателям в связи с Указом Президента РФ от 25 марта 2020 г. № 206» // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 17.08.2023).

[6] Письмо Роспотребнадзора от 7 апреля 2020 г. № 02/6338-2020-15 «О рекомендациях по профилактике коронавирусной инфекции (COVID-19) среди работников» // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 17.08.2023).

способе взаимодействия между работодателем и работником: при дистанционной работе связь осуществляется через информационно-телекоммуникационные сети, в том числе сеть «Интернет», удаленная же работа не обязательно должна быть связана с использованием сети «Интернет». Также во время пандемии законодательством не была предусмотрена возможность временного перехода на дистанционный труд (или хотя бы совмещения дистанционного и стационарного формата работы), вероятно, поэтому наряду с дистанционной стали говорить об удаленной работе, подразумевая при этом меру временного характера, действующую до улучшения эпидемиологической ситуации. В связи с этим применять к удаленной работе положения гл. 49.1 ТК РФ, представлялось неверным. Справедливы были также замечания относительно формулировки «удаленный режим работы», поскольку понятие «...режим используется применительно к рабочему времени...»[7]. На практике работодатели в «ковидное» время на основании ст. 72 ТК РФ, которая закрепляет возможность изменения условий трудового договора, заключали дополнительные соглашения с работниками в связи с изменением условий трудового договора. В соглашениях субъекты прописывали новый формат работы (а именно дистанционная работа и ее сроки), устанавливали порядок обмена служебной документацией, порядок обеспечения работника средствами, необходимыми для выполнения трудовой функции и другие важнейшие положения.

С 1 января 2021 г. вступили в силу изменения в ТК РФ, в ст. 312.1 содержится понятие дистанционной (удаленной) работы, а также закрепляется возможность выполнения работником трудовой функции дистанционно либо на постоянной основе, либо временно, либо периодически. Итак, законодатель, очевидно решив учесть спорные вопросы правового регулирования труда в период пандемии, пошел по пути расширения статуса дистанционного работника и возможностей при выполнении трудовой функции дистанционно. Понятие «удаленной работы» не получило самостоятельного закрепления, а фактически было приравнено к дистанционной работе. Однако, вопрос о целесообразности помещения понятия «удаленная» работа в скобочки после дистанционной, на мой взгляд, остается открытым. В связи с этим предлагаю разделить данные понятия в ТК РФ, и применять формулировку «дистанционная работа» к ситуации выполнения трудовой функции дистанционно на постоянной основе (то есть в течение срока действия трудового договора), а понятие «удаленная работа» применять к случаям выполнения трудовой функции удаленно временно (то есть непрерывно в течение определенного срока, но не превышающего шести месяцев, либо периодически при условии чередования периодов выполнения работником трудовой функции удаленно и периодов выполнения им трудовой функции на стационарном рабочем месте). Такое разграничение усилит правовую

[7] Головина С.Ю. Пандемия коронавирусной инфекции (COVID-19) как новый вызов трудовому праву // Трудовое право в России и за рубежом. 2020. № 3. С. 5.

определенность в терминах, исключит на практике смешение понятий, поможет выделить особенности каждого из способов осуществления трудовой функции.

Со временем острая потребность в повсеместном ограничении физических контактов исчезла, и многие работодатели перешли к привычной модели организации и осуществлении трудовой деятельности, то есть к выполнению работниками работы на территории работодателя. Однако это не означает, что актуальность дистанционной работы уменьшилась. Подтверждением служат интересные результаты социологических опросов. На вопрос, что выберут работники, если работодатель решит, что сотрудники должны перейти с удаленки или гибридного графика на работу в офисе: выполнить приказ работодателя или уволиться с работы, 40% респондентов заявили, что скорее уволятся, а 37% сообщили, что готовы отказаться от удаленки[8]. Результаты данного исследования демонстрируют, что для многих работников дистанционная занятость является наиболее комфортной и предпочтительной. Безусловно, наибольшим спросом данный вид нетипичной занятости пользуется у молодого поколения: согласно данным Росстата большинство дистанционно работающих граждан составляют люди в возрасте от 30 до 39 лет[9].

Основными преимуществами дистанционной (удаленной) работы является то, что сотрудники, занятые удаленно, существенно экономят на транспорте, офисной одежде, расходах на питание на работе, при этом увеличивается качество и время сна, что в перспективе положительно сказывается на здоровье работника. Работа дома для человека считается психологически более комфортной, чем в офисе, ведь удаленные работники меньше взаимодействуют с рабочим коллективом, с которым бывает не так просто сосредоточиться за счет постоянно отвлекающих факторов (разговоры коллег и т.д.). Кроме того, у дистанционного сотрудника появляется возможность гибко планировать свой день и рабочее время. Для работодателя плюсами в организации такого труда является отсутствие необходимости платить аренду помещений, существенная экономия на электроэнергии, коммуникациях, организации рабочего места для трудящегося.

Одним из основных негативных факторов дистанционной (удаленной) работы справедливо можно считать сложности формирования командного духа, затруднение процесса обмена коллег опытом. В домашней обстановке человек также склонен отвлекаться на домочадцев, быт, посторонние шумы. Сложности возникают и с тем, что дома у человека нет ощущения «рабочего пространства» и точного рабочего времени. Отсюда статистика, что каждый пятый сотрудник работал на удаленке больше, чем в офисе[10]. В то же время работодателю удаленного работника крайне сложно контролировать своих подчиненных. Важно отметить, что

[8] 4 из 10 россиян, работающих на удаленке, скорее уволятся, чем выйдут в офис. URL: https://www.superjob.ru/research/articles/114165/4-iz-10-rossiya№/ (дата обращения: 17.08.2023).

[9] Стало известно, сколько людей в России работают на удалёнке. URL: https://№ews.myseldo№.com/ru/№ews/i№dex/276877958 (дата обращения: 17.08.2023).

[10] Главные цифры 2023 года в статистике дистанционной работы. URL: https://poi№tco№tact.ru/blog/glav№ye-tsifry-2023-goda-v-statistike-dista№tsio№№oy-raboty/ (дата обращения: 17.08.2023).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

согласно разъяснениям Роструда, в трудовой договор с дистанционным работником нельзя включать условие о посещении работодателем работника в течение рабочего дня для контроля рабочего процесса[11]. Сопоставляя преимущества и недостатки, указанные выше, справедливо будет сказать, что дистанционная (удаленная) работа подходит далеко не для каждого работодателя и работника.

Таким образом, на сферу труда оказывают активное воздействие многогранные процессы глобализации, цифровизации и информатизации. Своего рода лакмусовой бумажкой состояния трудового законодательства и его способности адаптироваться под вызовы человечества в XXI в. стал период пандемии. Трудовое законодательство тогда явно показало свою неэффективность и неготовность регулировать трудовые отношения в экстренных условиях. Осознание пробелов в трудовом законодательстве в период «коронавируса» привело к созданию ряда поправок в ТК РФ, касающихся регламентации дистанционной (удаленной) работы. Теперь эта форма работы может использоваться работником как постоянно, так и временно (или периодически). Вместе с тем, понятийный аппарат, который частично «перекочевал» из актов карантинного периода в ТК РФ вызывает некоторые вопросы. Это, в частности, касается целесообразности одновременного закрепления понятий-синонимов «дистанционная» и «удаленная» работа. С целью внесения ясности в регламентацию данных форм работ, предлагаю рассматривать термины в различных значениях. Указанные выше обстоятельства вновь доказывают истину: трудовое законодательство должно быть гибким и актуальным. И главное, что цифровой век предоставляет возможность совершенствования сферы труда. Пандемию коронавируса принято рассматривать с негативной точки зрения. Но если обратить внимание на то, как начало преображаться трудовое законодательство, то можно говорить и о другой стороне медали. Наконец законодатель перестал игнорировать давно назревающие изменения в регулировании труда XXI века.

Библиографический список

1. Письмо Минтруда России от 23.04.2020 № 14-2/10/П-3710 «О направлении Рекомендаций по применению гибких форм занятости в условиях предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции на территории РФ» // Официальные документы в образовании. 2020. №13.

2. Письмо Минтруда России от 26.03.2020 № 14-4/10/П-2696 «О направлении Рекомендаций работникам и работодателям в связи с Указом Президента РФ от 25.03.2020 № 206» // Бюллетень трудового и социального законодательства РФ. 2020. №4.

[11] Письмо Роструда от 17.04.2021 № ПГ/08368-6-1 // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 17.08.2023).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

3. Письмо Минтруда РФ от 27 марта 2020 г. № 14-4/10/П-741 «О дополнении к Рекомендациям работникам и работодателям в связи с Указом Президента РФ от 25 марта 2020 г. № 206» // СПС «Консультант Плюс».

4. Письмо Роструда от 17.04.2021 № ПГ/08368-6-1 // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 17.08.2023).

5. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 7 апреля 2020 г. № 02/6338-2020-15 «О рекомендациях по профилактике коронавирусной инфекции (COVID-19) среди работников» // Документ опубликован не был.

6. Письмо Роспотребнадзора от 7 апреля 2020 г. № 02/6338-2020-15 «О рекомендациях по профилактике коронавирусной инфекции (COVID-19) среди работников» // СПС «Консультант Плюс».

7. Лушников А. М. Цифровизация трудового права и трудовые отношения // Закон. 2022. № 10. С. 28-37.

8. Головина С. Ю. Пандемия коронавирусной инфекции (COVID-19) как новый вызов трудовому праву // Трудовое право в России и за рубежом. 2020. № 3. С. 3–7.

9. 4 из 10 россиян, работающих на удаленке, скорее уволятся, чем выйдут в офис. URL: https://www.superjob.ru/research/articles/114165/4-iz-10-rossiya№/ (дата обращения: 17.08.2023).

10. Стало известно, сколько людей в России работают на удалёнке. URL: https://№ews.myseldo№.com/ru/№ews/i№dex/276877958 (дата обращения: 17.08.2023).

11. Главные цифры 2023 года в статистике дистанционной работы. URL: https://poi№tco№tact.ru/blog/glav№ye-tsifry-2023-goda-v-statistike-dista№tsio№№oy-raboty/ (дата обращения: 17.08.2023).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Поезжаева Е.В., Тонков Е.Ю., Тонкова К.А. Экспериментально-аналитическое исследование прочностных характеристик конструкции робота-манипулятора для позиционирования тяжелых грузов

Поезжаева Е.В.,
Кандидат технических наук
Пермский национальный исследовательский политехнический университет.
Тонков Е.Ю.
Студент 5 курса специалитета направления «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Пермский национальный исследовательский политехнический университет.
Тонкова К.А.
Студентка 5 курса специалитета направления «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Пермский национальный исследовательский политехнический университет.

Аннотация. Актуальность. *Автоматизация производства необходима любому современному предприятию. Разработка промышленного робота-манипулятора позволит автоматизировать следующие процессы: работа в опасных для человека условиях (например, с токсичными веществами), позиционирование тяжелых грузов в пространстве, упаковка габаритных вещей и т.д. Конечный продукт должен обладать всеми заявленными характеристиками, поэтому на этапе проектирования необходимо произвести достаточное количество расчетно-экспериментальных работ с целью детальной проработки конструкции.*

Объект исследования: *Конструкции робота-манипулятора.* ***Методы исследования:*** *эксперимент, моделирование в программе Ansys mechanical* ***Результаты исследования:*** *Получены результаты расчета конструкции робота манипулятора с учетом приложения максимально-допустимой нагрузки*

Ключевые слова*: манипулятор, прочность, расчет, доводка, конструкция*

Была разработана сема робота манипулятора, представленная на рисунке 1. Принцип работы данного робота основан на преобразовании вращающего момента двигателя и поступательно действующую силу, поворачивающую элементы, относительно друг друга посредством тяг поз. 13, 14. Бегунок поз. 10, 11, 12 шарнирно связаны с плечом, основанием и схватом манипулятора соответственно, то есть эти элементы неподвижны относительно связок, но могут вращаться вокруг оси, перпендикулярной оси вращения двигателя. При вращении двигателя поз. 5, элементы поз. 10, 11, 12 преобразуют вращающий момент в силу, которая с помощью плеча (соединения бегунка с соответствующим элементом) поворачивает стрелу манипулятора и создает на ней выходной рабочий момент. Плечо поворота поз. 1, 2 и схвата манипулятора (перпендикуляр к оси

двигателя от точки вращения элемента) меняется при движении, следовательно, и выходной момент изменяется и скорость вращения. Шпильки поз. 7, 8 и 9 преобразует моменты на двигателе в поступательные силы, одна из которых с помощью тяги поз.13 отклоняет плечо манипулятора относительно стрелы, вторая с помощью тяги поз. 14 отклоняет стрелу, а последняя служит для вращения схвата.

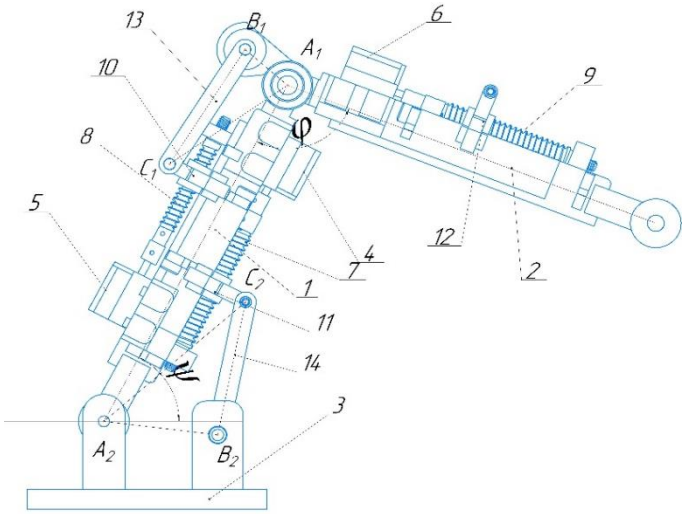


Рисунок 1 – Конструктивная схема манипулятора

В рамках проведения экспериментальных доводочных работ конструкции робота-манипулятор был выявлен дефект – трещина (рисунок 2) детали 11 (рисунок 1). Деталь 11 представляют собой перемещающуюся каретку, по средствам соединенных с ней тяг передается усилия для передвижения стрелы. Для оценки напряженно-деформированного состояние необходимо было произвести трехмерный расчет конструкции на прочность.

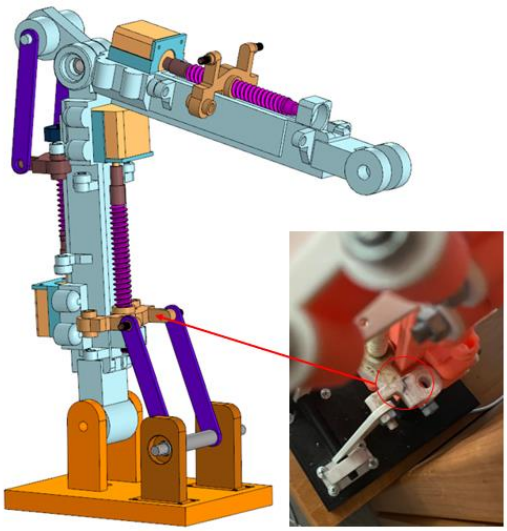


Рисунок 2 – Трещина, образовавшаяся в результате испытаний с нагрузкой

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Расчет осуществлялся в программе Ansys mechanical, была приложена нагрузка эквивалентная статическому удержанию груза массой 2 кг. Направляющие с резьбой (рисунок 3) были зафиксированы.

Получены результаты распределения максимальных напряжений (рисунок 4). Также был смоделирован процесс деформации детали (рисунок 5).

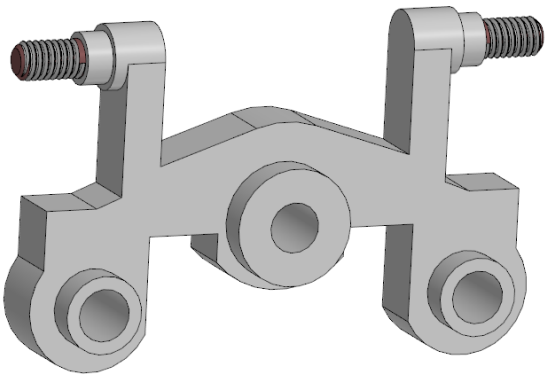


Рисунок 3 – Деталь с дефектом

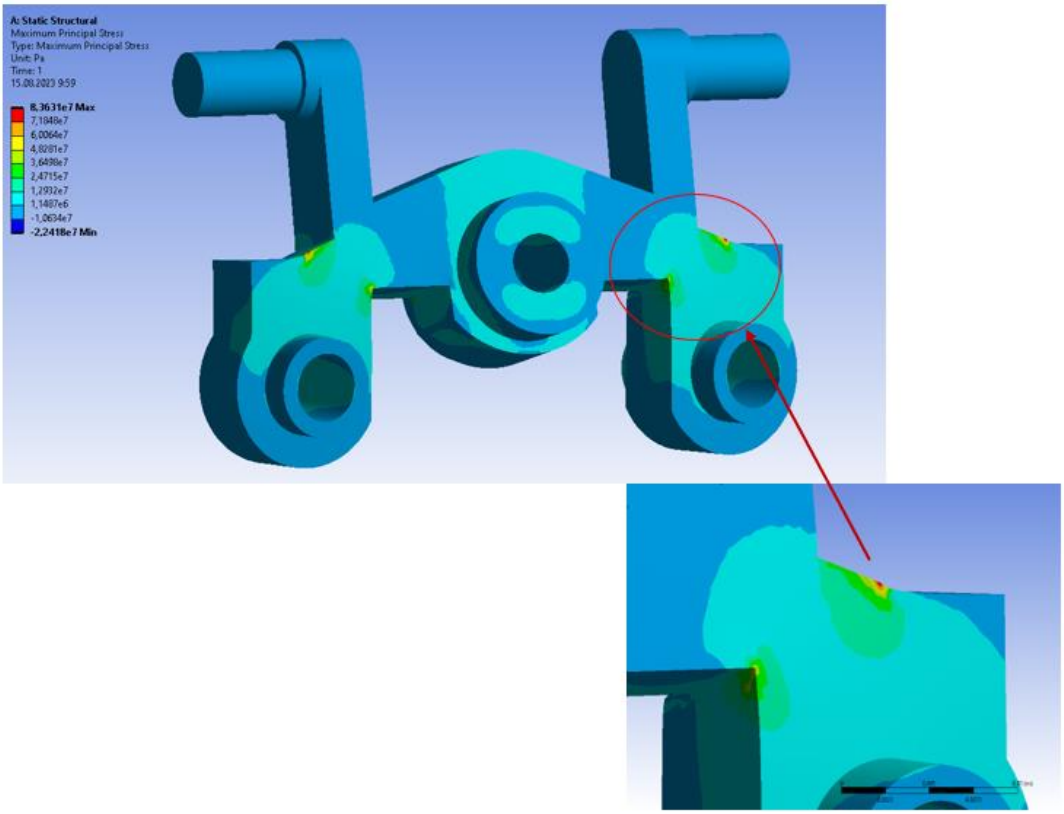


Рисунок 4 – Результаты 3-х мерного расчета (максимальные напряжения после приложения нагрузки)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

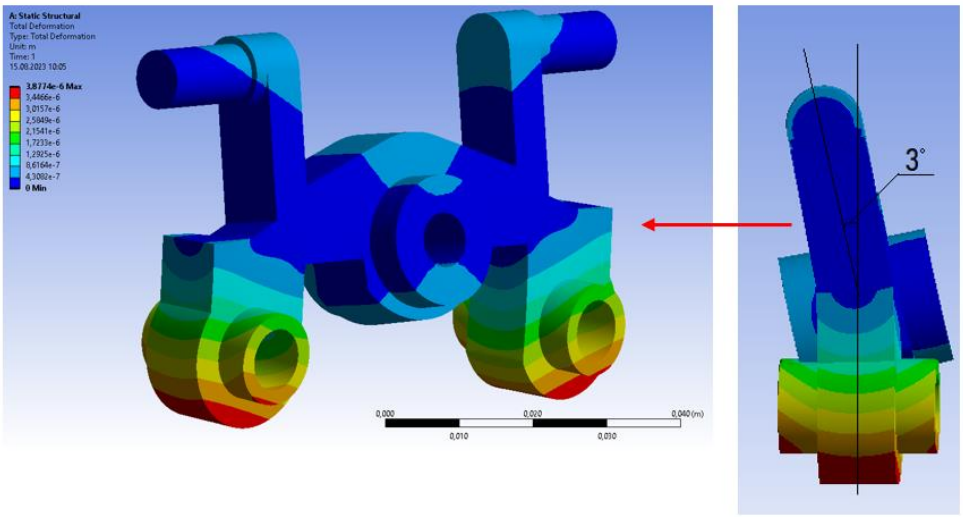


Рисунок 5 – Результаты 3-х мерного расчета (максимальные деформации после приложения нагрузки)

Дополнительно было произведено исследование нормальных напряжение, которое показало наличие локальных зон с максимальными напряжениями не только в месте появления трещины, но в других местах. Это показывает необходимость корректировки конструкции для исключения потенциальных дефектов (рисунок 6).

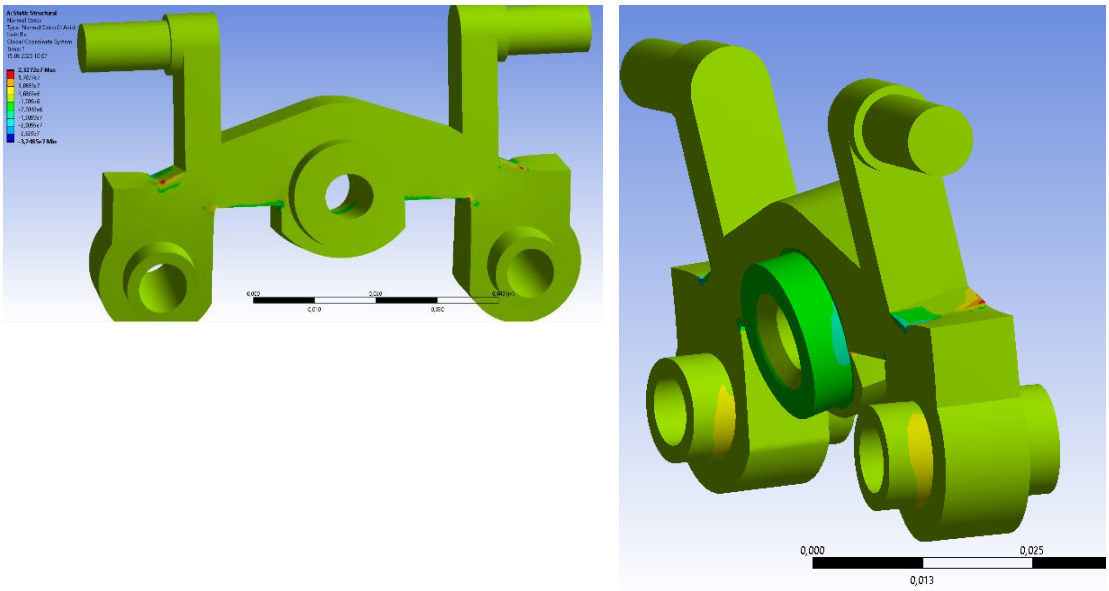


Рисунок 6 – Результаты 3-х мерного расчета (нормальные напряжения после приложения нагрузки приложения нагрузки)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Итерационным методом была определена предельно допустимая нагрузка равная 100 Н, которая отличалась от полученного значения во время эксперимента на 16 Н.

По результатам исследований было приняты следующие решения по доработке конструкции;

1. Замена материала на ABS пластик (ранее использовался PETg пластик). ABS обладает наиболее высокими прочностными характеристиками (в сравнении с другими видами пластиков, применяемых при изготовлении деталей по FDM;
2. Локальное упрочение места, где образовался дефекта;
3. Минимизация напряжений в месте разрушения по средствам добавления галтели (устранение концентратора напряжений).

Выводы.

При испытаниях конструкции робота-манипулятора с приложением различных нагрузок на звенья робота в особо нагруженных деталях образовались дефекты. Для минимизации материальных затрат, было принято решение о проведение прочностных 3х-мерных расчетов с максимально приближенными к реальности условиями.

Расчет осуществлялся в программе Ansys mechanical. Было произведено несколько расчетов с приложение различных нагрузок. Определена предельно допустимая нагрузка равная 100 Н, которая отличалась от полученного значения во время эксперимента на 16 Н. Расчет также показал несколько зон в которых возникают напряжения, превышающие допустимые.

Дальнейшая доводка конструкции будет осуществляются в 3 этапа: замена материала, локальное упрочение высоконагруженных зон, локальная минимизация напряжений. Эти мероприятия будут сопровождаться расчетно-экспериментальными работами с цель подтверждения заявленных характеристик робота-манипулятора.

Библиографический список

1. Поезжаева Е. В. Искусственный интеллект в теории механизмов и машин и робототехнике : учебное пособие : в 3 ч. / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020.
2. Поезжаева Е. В. Концепция развития робототехники : учебное пособие / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Поезжаева Е.В., Тонков Е.Ю., Тонкова К.А. Аналитическое исследование кинематической схемы робота-манипулятора для позиционирования тяжелых грузов

Поезжаева Е.В.,
Кандидат технических наук
Пермский национальный исследовательский политехнический университет.
Тонков Е.Ю.
Студент 5 курса специалитета направления «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Пермский национальный исследовательский политехнический университет.
Тонкова К.А.
Студентка 5 курса специалитета направления «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», Пермский национальный исследовательский политехнический университет.

Аннотация. Актуальность: *Плотность роботизации в России была и остаётся крайне низкой, так в 2022 году на 10 тыс. сотрудников приходилось не более 10 машин, для сравнения: общемировые показатели составляют более 70 машин на 10 тыс. человек. Показатели отличаются более чем в 7 раз. В настоящее время российскому рынку необходим промышленный образец робота-манипулятора. Аналитическое исследование кинематической схемы робота-манипулятора позволит внедрить программное управление в разработанную ранее конструкцию. Этот аспект даст возможность проверить конструкцию на работоспособность и эффективность, а также ускорит процесс доводки проекта до уровня промышленного образца.* ***Объект исследования:*** *Конструкции робота-манипулятора.* ***Методы исследования:*** *эксперимент, моделирование движения в среде MathLab, методы теории машин и механизмов, уравнение прикладной механики* ***Результаты исследования:*** *Получены основные кинематические характеристики в аналитическом виде. По уравнения получены графические представления зависимостей. Данное исследование позволяет разработать программное управление.*
Ключевые слова*: манипулятор, программное управление, точность, грузоподъемность.*

Разрабатываемым продуктом является робот-манипулятор предназначенный для перемещения тяжелых грузов в пространстве с высокой точностью. Промышленный робот манипулятор представляет собой многозвенную конструкцию типа "роботизированной руки". Позиционирование груза осуществляется путем перемещения звеньев манипулятора относительно друг друга. Поворот звеньев преимущественно осуществляется по принципу кривошипно-шатунного механизма, в котором роль поступательно движущего элемента представляет гайка, двигающаяся по винту шарико-винтовой передачи. Электродвижущими

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

элементами являются шаговые двигатели семейства nema, различного размера, расположенные преимущественно в звеньях манипулятора перпендикулярно оси вращения. Поворот звеньев относительно друг друга осуществляется таким же образом, как и у промышленного экскаватора, только роль гидроцилиндров, посредством которых осуществляется поворот звеньев экскаватора, в разрабатываемом манипуляторе выполняет шаговый двигатель с винтом шарико-винтовой передачи на валу. Вращаясь шаговый двигатель перемещает гайку шарико-винтовой передачи по ее винту, гайка, которая шарнирно соединена с вращаемым звеном манипулятора, приводит звено в движение.

Одним из этапов проектировании робота-манипулятора является создание программного обеспечения для его управления. Для обеспечения высокой точности позиционирования грузов необходимо руководствоваться достоверными зависимости, максимально учитывающие все параметры.

Схема робота-манипуляторы – это цепь элементов, соединенных между собой посредствам кинематических пар.

Звенья цепи соединяются последовательно, первое звено крепится к основанию, а второе используется под рабочий инструмент, например схват или аппарат для выполнения каких-либо технологических операций. Для определения основных кинематических характеристик манипулятора была принята упрощенная схема представленная на рисунке 1, где φ - угол поворота плеча манипулятора относительно стрелы, φ' - угол поворота стрелы манипулятора относительно основания , ψ - угол поворота плеча манипулятора относительно основания, $A_1B_1C_1$ - расчётный треугольник перемещения стрелы схвата манипулятора, $A_2B_2C_2$ - расчётный треугольник перемещения звена манипулятора.

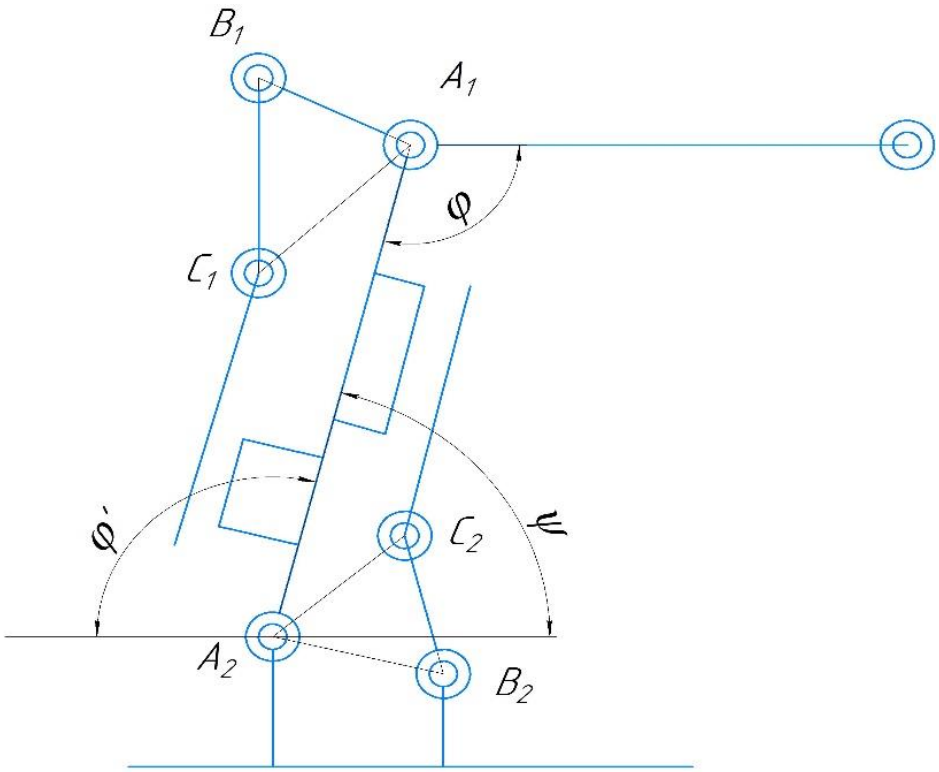


Рисунок 1 - Схема манипулятора

Далее в результате элементарных преобразований были получены следующие выражения: зависимость угла от времени работы двигателя, угол наклона стрелы, угловая скорость вращения элемента

Угол от времени работы двигателя (формула (1))

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{h}{\sqrt{(S_0 - \upsilon * t)^2 + h^2}}\right); \quad (1)$$

Угол наклона стрелы (формула (2)):

$$\varphi = 2\pi - 4 - 1 - \alpha, \quad (2)$$

где 4 – угол поворота стрелы относительно плеча A_1B_1.

Расчет угловой скорости вращения элемента:

$$3 = \arcsin\left(\frac{AB * \sin(1)}{BC}\right); \quad (3)$$

$$\upsilon_2 = \frac{\upsilon_1 * \cos(3-\alpha)}{\cos(1+\alpha) * (\sin(3-\alpha) + \cos(3-\alpha) * \mathrm{tg}(1+\alpha))}; \quad (4)$$

$$\omega = \frac{-\upsilon_2}{AB}; \quad (5)$$

Так как угол φ уменьшается при движении бегунка, то в формуле (5) требуется знак минус.

Необходимым является расчёт положения схвата манипулятор (рисунок 2).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

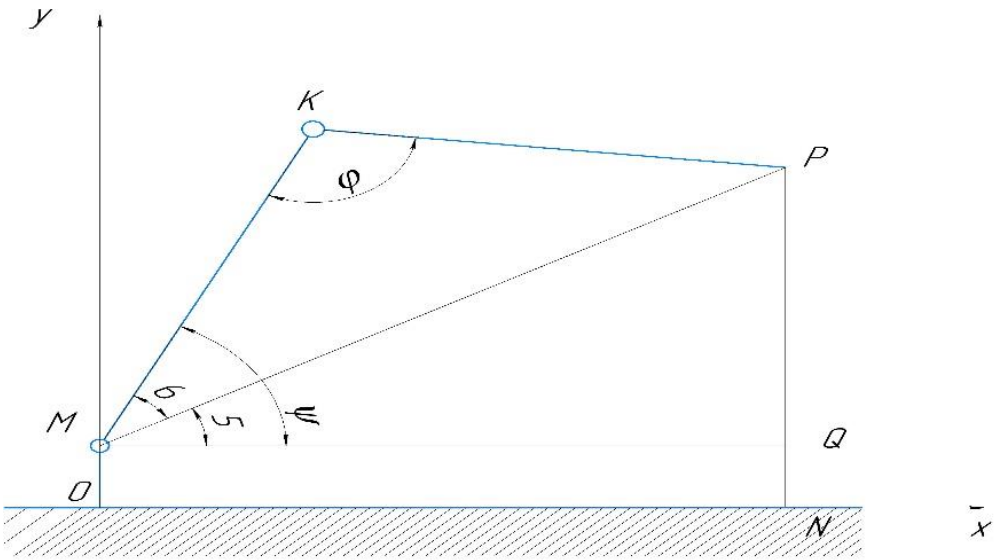


Рисунок 2 – Схема расчета позиционирования схвата по координатам

Угол $$6 = \arccos\left(\frac{KP*\sin(\varphi)}{\sqrt{MK^2+KP^2-2MK*KP*\cos(\varphi)}}\right) \quad (6)$$

Угол $$5 = \psi - 6 \quad (7)$$

Координаты схвата манипулятора о:

$$x = MP * \cos(5); \quad (8)$$

$$y = OM + MP * \sin(5); \quad (9)$$

В формулах t - время работы двигателя в шагах, на которые повернулся вал двигателя.

В результате численных итераций получены графические представления вышеуказанных уравнений. Зависимость изменения угла поворота плеча манипулятора φ относительно стрелы (рисунок 3).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

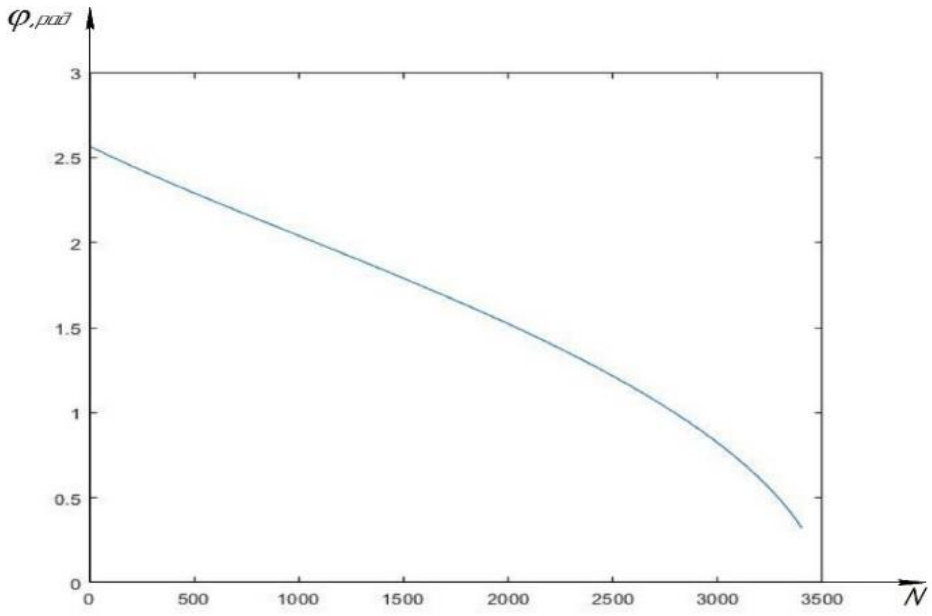


Рисунок 3 – График зависимости угла (φ) между стрелой и плечом манипулятора от шага двигателя.

Зависимость угловой скорости поворота стрелы от линейной скорости движения бегунка (рисунок 4).

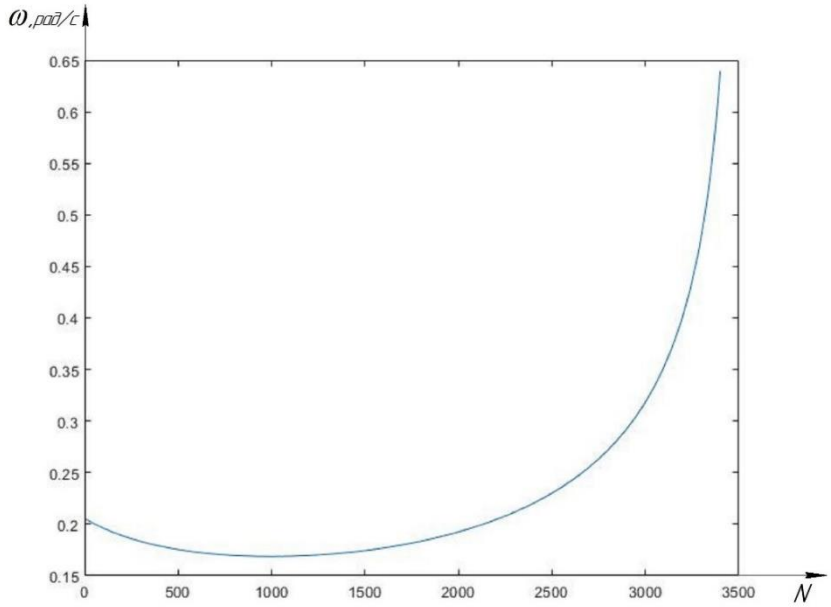


Рисунок 4 – График зависимости угловой скорости от шага двигателя.

Зависимость угловой скорости вращения плеча манипулятора от линейной скорости перемещения бегунка (рисунок 5).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

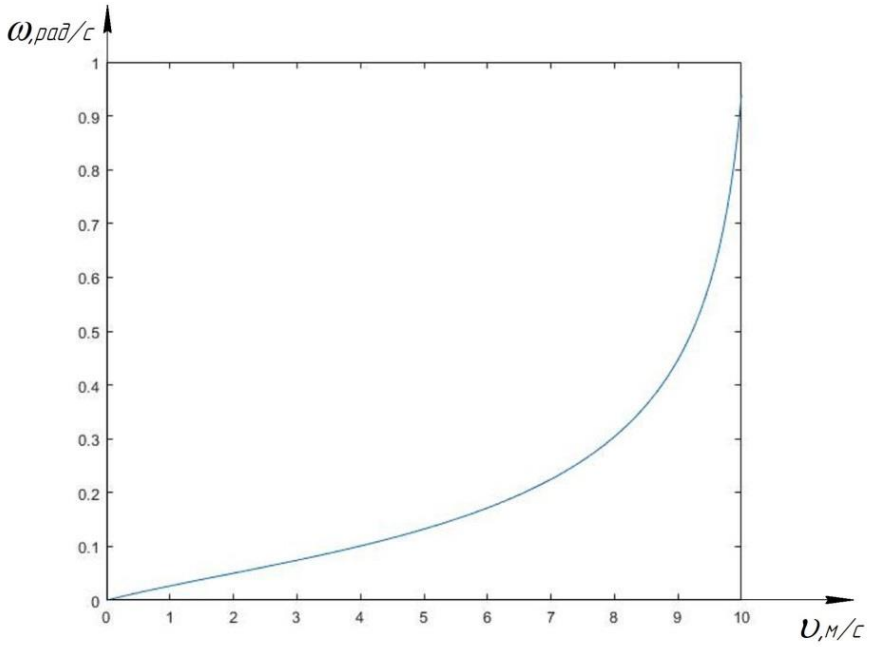


Рисунок 5 – График зависимости угловой скорости вращения плеча манипулятора от линейной скорости перемещения бегунка.

Зависимость изменения угловой скорости и ускорения поворота элемента манипулятора от угловой скорости вращения шпильки (рисунок 6).

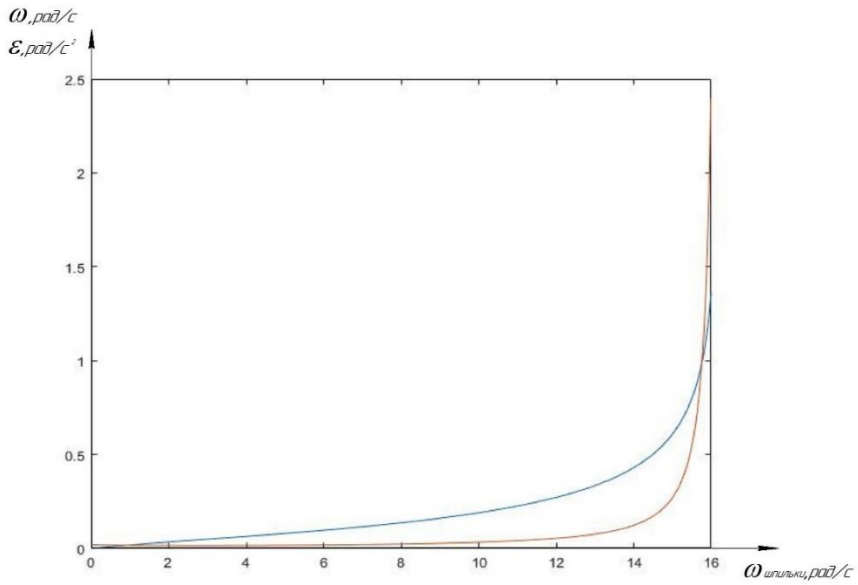


Рисунок 6 – График зависимости угловой скорости, углового ускорения звена от угловой скорости вращения шпильки манипулятора.

Полученные зависимости позволяют определить предварительную траекторию движения схвата манипулятора (рисунок 7).

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

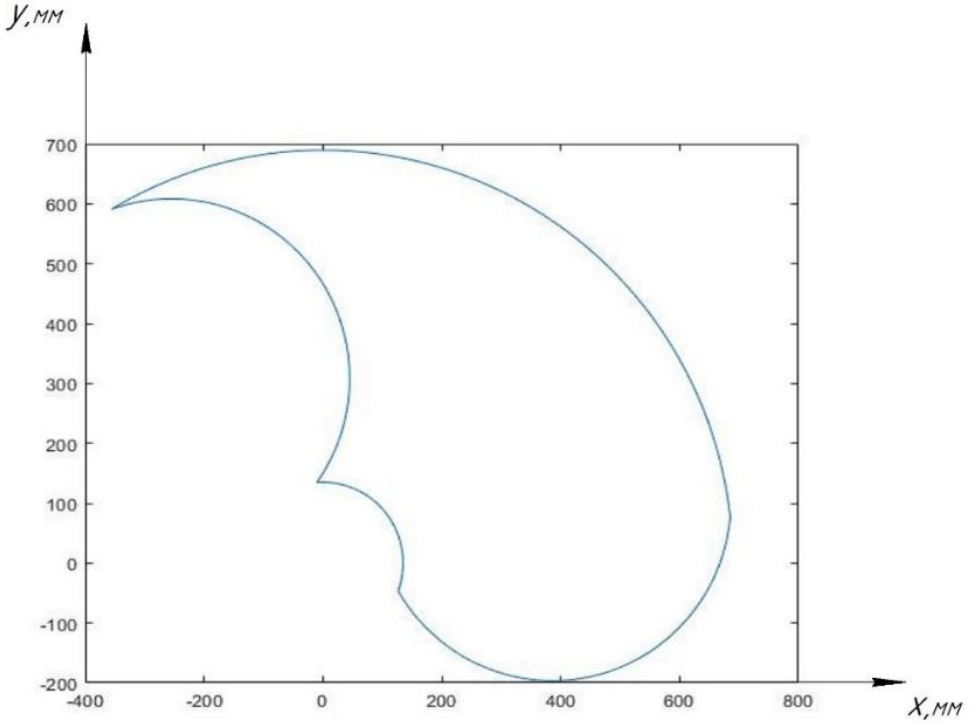


Рисунок 7 – Траектория описываемая схватом манипулятора.

Фигура, изображенная на рисунке 7, описывает ограниченную область перемещения схвата. Размер области определяется размером звеньев и максимальных углов отклонения.

В результате внедрения вышеуказанных зависимостей в программу управления была реализована на практике схема перемещения звеньев манипулятора в рабочем диапазоне. Положения с 1-8 приведены соответственно на рисунках 8-14.

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

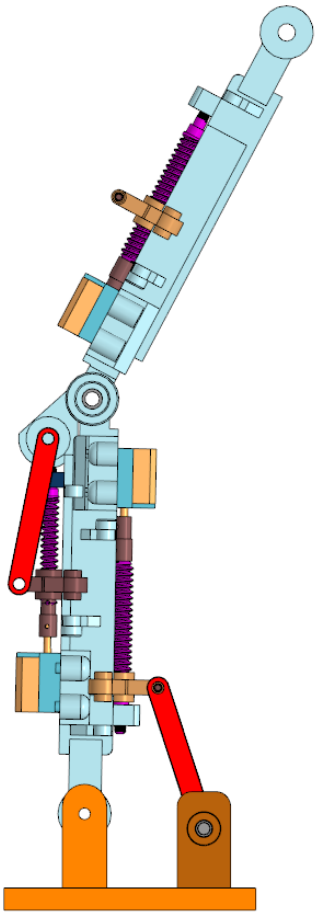


Рисунок 8 – положение I (крайнее положение)

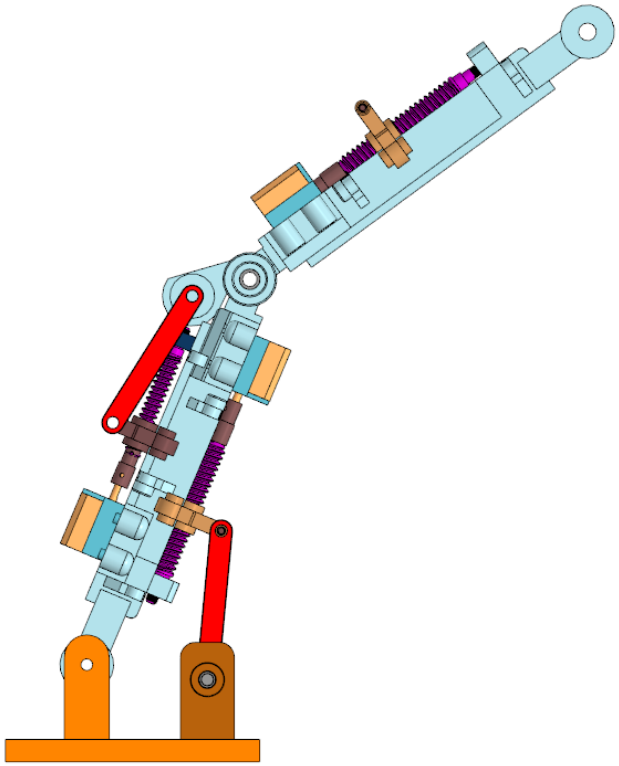


Рисунок 9 – положение II

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

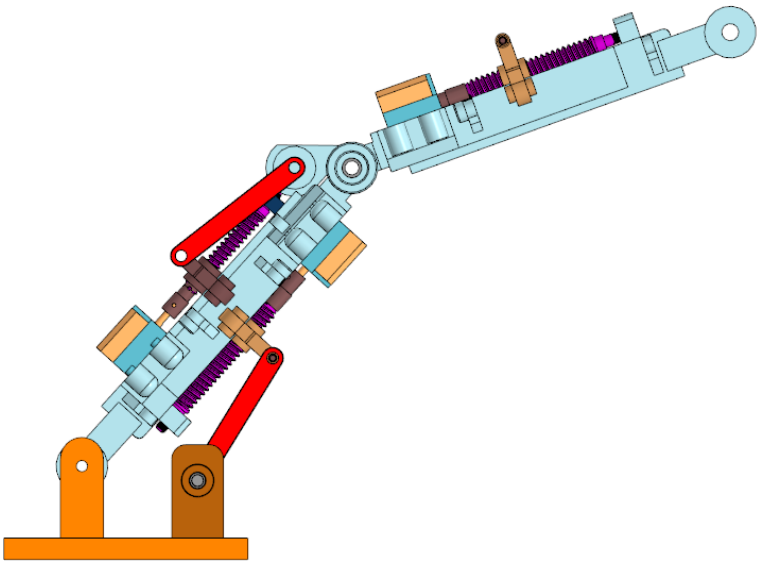


Рисунок 10 – положение III

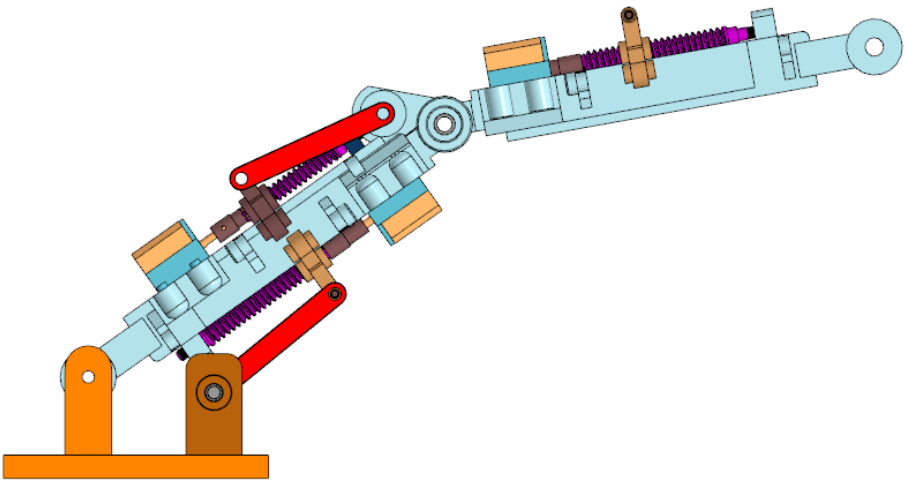


Рисунок 11 – положение IV (крайнее положение)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

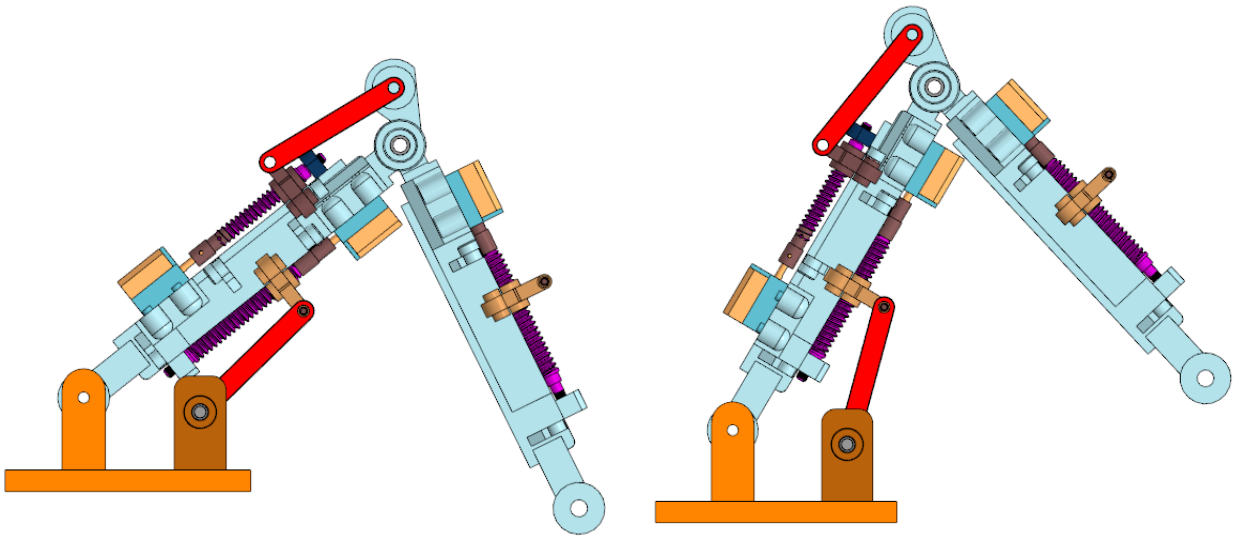


Рисунок 13 – положение VI

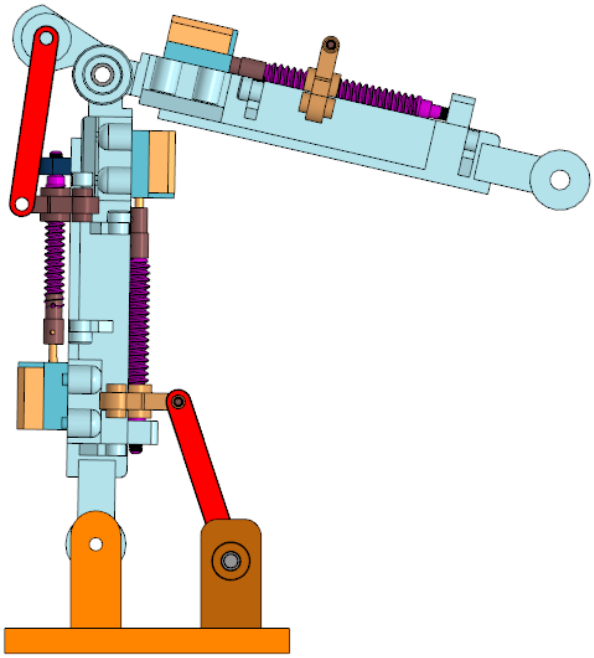


Рисунок 14 – положение VII (крайнее положение)

НОО «Профессиональная наука» использует Creative Commons Attribution (CC BY 4.0): лицензию на опубликованные материалы - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru|

Выводы

Фундаментальное кинематическое исследование позволило определить основные зависимости необходимы для написания программы управления манипулятора. Внедрение программного обеспечения, базирующегося на вышеуказанных зависимостях, позволило оценить точность и грузоподъемность макета манипулятора.

В рамках испытаний конструкции и программы управления была верифицирована вышеуказанная кинематическая модель. Программа, управляющая положение звеньев манипулятора, в дальнейшем может быть внедрена в манипуляторы промышленного образца.

Библиографический список

1. Поезжаева Е. В. Искусственный интеллект в теории механизмов и машин и робототехнике : учебное пособие : в 3 ч. / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020.
2. Поезжаева Е. В. Концепция развития робототехники : учебное пособие / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.

Электронное научное издание

Научные инсайты

Сборник научных трудов по итогам международного конкурса фундаментальных и прикладных исследований для студентов и учащихся

23 августа 2023 г.

По вопросам и замечаниям к изданию, а также предложениям к сотрудничеству обращаться по электронной почте mail@scipro.ru

Подготовлено с авторских оригиналов

9 781446 745830

Формат 60x84/16. Усл. печ. Л 3,2. Тираж 100 экз.
Lulu Press, Inc. 627 Davis Drive Suite 300
Morrisville, NC 27560
Издательство НОО Профессиональная наука
Нижний Новгород, ул. М. Горького, 4/2, 4 этаж, офис №1