МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | УТВЕРЖДАЮ  Заведующий кафедры СМ11  «Подводные роботы и аппараты»  МГТУ им. Н.Э. Баумана  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Вельтищев  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  м.п. |

ОТЧЕТ  
о патентных исследованиях

по теме:

Исследование уровня техники в области подводных

электромеханических манипуляторов и СУ их приводами.

Москва 2021

**СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Студент группы СМ11-81Б | подпись, дата | Шестаков А. А. |

**Содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  | Перечень сокращений и условных обозначений …………………………4 |  |
| 1. | Цель и задачи патентных исследований …………………………………..5 |  |
| 2. | Общие сведения об объекте исследований ………………………………..6 |  |
| 2.1. | Предмет патентных исследований …………………………………………6 |  |
| 2.2. | Обоснование глубины патентного поиска …………………………………6 |  |
| 3. | Анализ уровня техники исследуемой области ……………………………..7 |  |
| 3.1 | Обзор и анализ результатов патентного поиска в области подводных манипуляторов ………………………………………………………………..7 |  |
| 3.2 | Выводы по результатам анализа уровня техники в области подводных манипуляторов………………………………………………………………...9 |  |
|  | Заключение …………………………………………………………………..10 |  |
|  | Приложение А Задание на проведение патентных иследований……..11 |  |
|  | Приложение Б Регламент поиска…………………………………….…13 |  |
|  | Приложение В Отчет о поиске………………………………….….……15 |  |

**ПЕречень сокращений и условных обозначений**

В настоящем отчете о патентных исследованиях использованы следующие обозначения и сокращения:

ВКР – выпускная квалификационная работа

ТНПА - телеуправляемый подводный аппарат

ТНПА осмотрового класса – ТНПА, предназначенные для проведения осмотровых и поисковых работ и выполнения простых технических операций на глубинах до нескольких сотен метров

СУ - система управления

ТНПА рабочего класса – ТНПА, предназначенные для проведений технических операций высокой сложности на значительных глубинах

**1. Цель и задачи патентных исследований**

Основанием для проведения патентных исследований является домашнее задание по поиску патентов и научно - технической литературы в связи с темой ВКР.

ВКР, в рамках которого проведены настоящие патентные исследования, имеет целью проектирование высокоточной СУ подводным электромеханическим манипулятором, который в дальнейшем будет установлен на ТНПА осмотрового класса.

Целью патентных исследований являлось выявление современного мирового уровня разработок в области подводных электромеханических манипуляторов и их СУ. Патентные исследования проведены для выбора и конкретизации направлений прикладных научных исследований и экспериментальных разработок, выполняемых по проекту подводного электромеханического манипулятора для установки на ТНПА осмотрового класса.

Задачами патентных исследований являлись:

1. Проведение патентно-информационного поиска и систематизация известных технических решений, релевантных образцов подводных электромеханических манипуляторов, их конструкций, приводов и СУ приводами.
2. Содержательный анализ технических решений, выявленных по результатам патентного поиска.
3. Определение по результатам анализа достигнутого к началу выполнения проекта мирового уровня разработок в области подводных электромеханических манипуляторов.

**2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ И ПРЕДМЕТЕ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**2.1. Предмет патентных исследований**

Предметом патентных исследований являлись СУ подводными электромеханическими манипуляторами, а также их конструкции и привода.

**2.2. Определение глубины патентного поиска**

Поскольку в данной области техники существуют типовые решения, которые широко применяются длительное время, то можно рассмотреть патенты и научно – техническую литературу за последние 20 лет.

# 3. Анализ уровня техники исСледуемой ОБЛАСТИ

**3.1. Обзор и анализ результатов патентного поиска**

По результатам патентного поиска были выявлены ряд патентов и научно-технических статей, описывающих разработки в области подводных электромеханических манипуляторов для ТНПА осмотрового класса и их СУ.

Рассмотрим следующие патенты, которые были найдены в ходе патентного поиска:

1) Патент номер RU2487008C1 «Электропривод манипулятора», Россия, дата начала действия патента 10.01.2012, патентообладатель Дальневосточный федеральный университет.

Изобретение относится к робототехнике и может быть использовано при создании систем управления электроприводами манипуляторов. Изобретение направлено на обеспечение полной инвариантности динамических свойств рассматриваемого электропривода к изменениям его динамических моментных нагрузочных характеристик при движении манипулятора сразу по всем четырем степеням подвижности и тем самым повышение динамической точности управления.

Технический результат, который может быть получен при реализации данного технического решения, выражается в увеличении точности позиционирования приводов манипулятора. Главной особенностью математической модели СУ, приведённой в патенте, является учёт взаимного возмущающего воздействия звеньев манипулятора друг на друга. Сигнал управления, который формирует данная СУ, обеспечивает получения нового моментного воздействия, которое компенсирует возмущающее воздействие.

Данный патент позволяет улучшить существующие СУ приводами подводных электромеханических манипуляторов.

2) Патент номер RU2181660С2 «Устройство управления приводом манипулятора», Россия, дата начала действия патента 2000.05.06, патентообладатель Дальневосточный федеральный университет.

Изобретение относится к робототехнике и может быть использовано при создании систем управления электроприводами манипуляторов. Технический результат – повышение точности и устойчивости привода при высоких скоростях изменения нагрузки.

Данный результат достигается потому, что при формировании сигнала управления учитывается электромагнитная постоянная времени двигателя в контурах скорости и момента. Также в СУ были добавлены несколько датчиков ускорения. После всех дополнений манипулятор стал инвариантным к изменениям нагрузки, а также моментам сухого и вязкого трения.

Данный патент позволяет улучшить существующие СУ приводами подводных электромеханических манипуляторов.

3) Патент номер RU2359306С2 «Самонастраивающийся электропривод робота», Россия, дата начала действия патента 2007.04.23, патентообладатель Институт автоматики и процессов управления ДФпрО РАН.

Изобретение относится к робототехнике и может быть использовано для создания систем управления приводами роботов. Техническим результатом является обеспечение высокой динамической точности привода указанной степени подвижности робота с учетом электрической постоянной времени якорной цепи электродвигателя. Он достигается тем, что в известный самонастраивающийся электропривод робота дополнительно введен задатчик сигнала, а также соответствующие связи, в результате чего удалось обеспечить полную инвариантность рассматриваемого привода робота к эффектам взаимовлияния между его степенями подвижности и моментом трения. Это также позволило получить стабильно высокое качество управления в любых режимах работы рассматриваемого привода.

Данный патент позволяет улучшить существующие СУ приводами подводных электромеханических манипуляторов.

4) A Multi-Layered Controller Approach for High Precision End-Effector Control of Hydraulic Underwater Manipulator Systems, Marc Hildebrandt, Jochen Kerdels, Jan Albiez, Frank Kirchner.

В данная статье рассматривается метод построениями новой СУ для подводного гидравлического манипулятора Orion7. Техническим результатом является повышение точности положения выходных звеньев приводов манипулятора с 4.20 до 10. Авторы добились этого не прибегая к изменениям в конструкции самого манипулятора. Вместо одноконтурной СУ по положению, которая поставлялась производителей, была создана двухконтурная СУ по положению и угловой скорости вращения, путём дифференцирования показаний с энкодера.

Авторам удалось добиться приемлемых показателей динамики СУ приводами при достаточно высоких показателях точности. Однако манипулятор Orion7, для которого разрабатывалась СУ, это гидравлический манипулятор, предназначенный для установки на ТНПА рабочего класса.

5) Improved Design and Control Experiments of an Underwater Electric Manipulator, Qifeng Zhang, Aiqun Zhang, Kuichen Yan.

В данной статье рассматривается проектирование подводного манипулятора с 3 степенями свободы для ТНПА осмотрового класса и создание его СУ его приводами. Привода манипулятора, СУ которых разрабатывали авторы, представляют из себя двигатели постоянного тока с циклоидальным редуктором, в качестве датчика угловых перемещений используются абсолютный энкодеры. Создатели рассмотрели 3 варианта регуляторов в СУ: ПИ регулятор, ПИД регулятор и адаптивный регулятор собственной разработки. Наилучший результат по точности показал адаптивный регулятор, который отличается от ПИД регулятора ещё одним коэффициентом настройки и обратной связью по скорости. Этот адаптивный регулятор позволил повысить точность системы, но значительно ухудшил динамику систему.

6) Modularity Development and Control of an Underwater Manipulator for AUV, Makoto Ishitsuka, Kazuo Ishii.

В данной статье рассматривается проектирование подводного манипулятора с 3 степенями свободы для ТНПА осмотрового класса и создание СУ его приводами. Отличительной особенностью данного манипулятора является использование в его конструкции магнитных муфт, что позволяет упростить конструкцию манипулятора и убрать возможность протечек воды в корпус манипулятора, но сильно усложняет СУ его приводами внося в неё существенные нелинейности. Однако это оказалось не единственной проблемой данного решения. Несмотря на использование ПИД регулятора в ветки положения каких – либо удовлетворительных результатов по точности СУ приводами. Это произошло из – за особенностей магнитных муфт, которые имеют большой мертвый ход. Авторы пришли к выводу, что такая конструкция не подходит для манипуляторов.

Анализ выявленных охраняемых технических решений показывает хороший уровень развития подводных манипуляторов, их приводов и СУ их приводами.

**3.2. Выводы по результатам анализа уровня техники в области подводных электромеханических манипуляторов.**

По итогам анализа уровня техники можно сделать вывод о хорошем уровне развития подводных электромеханических манипуляторов. На это указывает рост числа задач, которые решаются с помощью ТНПА осмотрового класса и установленных на них манипуляторов. Однако большая часть рассмотренных электромеханических манипуляторов имеет одноконтурную СУ, которая не обеспечивает высоких показателей точности, которые необходимы для выполнения различных подводных работ, выполняемых с помощью подводных манипуляторов.

# Заключение

В ходе патентного поиска было рассмотрено 6 патентов и научно – технических статей в области СУ приводами подводных электромеханических манипуляторов.

По результатам поиска был сделан вывод о хорошем техническом уровне в указанной области, на что указывает расширение ряда задач, в которых могут применяться подобные устройства. Также стоит отметить, что сейчас активно развивается область автономных подводных аппаратов, для которых особенно важна точность позиционирования манипуляторов.

Исходя из этого, можно сделать вывод о целесообразности создания более совершенных СУ приводами подводных электромеханических манипуляторов для ТНПА осмотрового класса, что обуславливает необходимость проведения ПНИЭР по теме, определенной ВКР.

Проведенные патентные поиски соответствуют Заданию на их проведение и Регламенту патентного поиска.

# ПРиложение А

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

СМ11 «Подводные роботы и аппараты»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. В. Вельтищев

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

м.п.

**ЗАДАНИЕ № 1**

**на проведение патентных исследований**

|  |  |
| --- | --- |
| Тема ПНИР: | Проектирование подводных электромеханических манипуляторов для ТНПА осмотрового класса. |
| Сроки выполнения этапа ПНИР: | Начало: 02.04.2021  Окончание: 29.04.2021 |
| Задачи патентных исследований: | 1) Проведение патентно-информационного поиска и систематизация технических решений, релевантных подводным электромеханическим манипуляторам, которые в дальнейшем будет установлен на ТНПА осмотрового класса.  2) Анализ релевантных технических решений, выявленных по результатам патентного поиска.  3) Определение по результатам анализа достигнутого к началу выполнения проекта современного мирового уровня разработок в области |

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

| Виды патентных исследований | Подразделения-исполнители | Ответственные исполнители (Ф.И.О.) | Сроки выполнения патентных исследований | Отчетные документы |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Проведение патентно-информационного поиска и систематизация технических решений, релевантных в области подводных электромеханических манипуляторов. | Кафедра СМ11 «Подводные роботы и аппараты» | Шестаков А. А. | 02.04.2021  –  12.04.2021 | Отчет о патентном поиске. Приложение В к отчету о патентных исследованиях |
| Анализ релевантных технических решений, выявленных по результатам патентного поиска. | Кафедра СМ11 «Подводные роботы и аппараты» | Шестаков А. А. | 12.04.2021  –  21.04.2021 | Раздел в отчете о патентных исследованиях |
| Определение по результатам анализа достигнутого к началу выполнения проекта современного мирового уровня разработок в области подводных электромеханических манипуляторов. | Кафедра СМ11 «Подводные роботы и аппараты» | Шестаков А. А. | 21.04.2021  –  29.04.2021 | Раздел в отчете о патентных исследованиях |

Руководитель подразделения \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Вельтищев В. В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

исполнителя работы подпись расшифровка дата

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Скобелев М. М. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

патентного подразделения подпись расшифровка дата

# ПРиложение Б

**РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

дата составления регламента

|  |  |
| --- | --- |
| Тема ПНИР: | Разработка СУ для подводного электромеханического манипулятора для ТНПА осмотрового класса. |
| Номер и дата утверждения Задания: | Задание №1 от 02.04.2021 |
| Цель поиска информации: | 1. Проведение патентно-информационного поиска и систематизация технических решений, релевантных современным электромеханическим манипуляторам для ТНПА осмотрового класса. 2. Анализ релевантных технических решений, выявленных по результатам патентного поиска. 3. Определение по результатам анализа достигнутого к началу выполнения проекта современного мирового уровня разработок в области подводных электромеханических манипуляторов для ТНПА осмотрового класса. |
| Начало поиска: | 02.04.2021 |
| Окончание поиска: | 29.04.2021 |
| Обоснование регламента поиска: | В соответствии с требованиями Задания поиск должен проводиться по патентной литературе в объеме патентных фондов ФИПС, WIPO, EPO и фондов научно – технической литературы Scopus.  Глубина поиска определена в 20 лет. |
|  |  |

| Предмет  поиска  (объект исследования, его составные части) | Страна поиска | Источники информации, по которым будет проводиться поиск | | | | Ретроспективность | Наименование информационной базы (фонда) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Классификационные рубрики МПК | Наименование | Рубрики УДК и другие |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Подводный манипулятор, подводный электромеханический манипулятор, система управления манипулятором, высокоточная система управления приводами манипулятора, привода манипулятора, привода робота, система управления приводами манипулятора. | Россия | Федеральный институт промышленной собственности | - | - | - | 20 лет | ФИПС |
| - | Всемирная организация интеллектуальной собственности | - | - | - | 20 лет | WIPO |
| - | Google Scholar | - | - | - | 20 лет | Scopus |

Руководитель подразделения \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Вельтищев В. В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

исполнителя работы подпись расшифровка дата

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Скобелев М. М. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

патентного подразделения подпись расшифровка дата

# ПРиложение В

ОТЧЕТ О ПОИСКЕ

|  |  |
| --- | --- |
| Тема ПНИР: | Разработка подводного-электромеханического манипулятора для ТНПА осмотрового типа. |
| Задание на выполнение ПНИР: | Задание на выполнение патентных исследований №1 от 01.04.2021, утверждено заведующий кафедрой СМ11 «Подводные роботы и аппараты» Вельтищев В. В.  Регламент поиска от 2021.04.01 |
| Начало поиска: | 02.04.2021 |
| Окончание поиска: | 29.04.2021 |
| Сведения о выполнении поиска: | Регламент поиска выполнен полностью. |
| Предложения по дальнейшему проведению поиска и патентных исследований | Предлагается в соответствии с требованиями п. 5.2 Технического задания (приложение №1 к Соглашению о предоставлении субсидии) при получении на последующих этапах ПНИР результатов интеллектуальной деятельности, способных к правовой охране (в соответствии со ст. 1225 ГК РФ), провести дополнительные патентные исследования их патентоспособности в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96. |

Материалы, отобранные для анализа в соответствии с целью и задачами патентных исследований приведены в таблицах В.1 и В.2

Таблица В.1. Патентная документация

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Предмет поиска (объект исследования, его составные части) | Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс. МПК, IPC | Заявитель (патентообладатель), страна. Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации\* | Название изобретения (полной модели, промышленного образца) | Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования (только для анализа патентной чистоты) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Электропривод манипулятора | Россия, патент, RU2487008C1, B25J 13/00 | Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН | Математическая модель СУ электроприводомb манипулятора | Не указано |
| Самонастраивающийся электропривод робота | Россия, патент, RU2359306C2, G05B 13/00 | Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН | Математическая модель СУ самонастраивающимся электроприводом робота | Не указано |
| Устройство для управления приводом робота | Россия, патент, RU2181660C2, B 25 J 13/08 | Дальневосточный государственный технический университет | Математическая модель СУ устройства управления приводом робота | Не указано |

Таблица В.2. Научно-техническая, конъюнктурная, нормативная документация и материалы государственной регистрации (отчеты о научно-исследовательских работах)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Предмет поиска | Наименование источника информации с указанием страницы источника | Автор, фирма (держатель) технической документации | Год, место и орган издания (утверждения, депонирования источника) |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Modularity Development and Control of an Underwater Manipulator for AUV | IEEE Xplore, DOI: 10.1109/SICE.2006.314742 | Makoto Ishitsuka, Kazuo Ishii | Proceedings of the 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems San Diego, CA, USA, Oct 29 - Nov 2, 2007 |
| Improved Design and Control Experiments of an Underwater Electric Manipulator | IEEE Xplore, DOI: [10.1109/SICE.2006.314742](http://dx.doi.org/10.1109/SICE.2006.314742) | Qifeng Zhang, Aiqun Zhang, Kuichen Yan | SICE-ICASE International Joint Conference 2006 Oct. 18-2 1, 2006 inBexco, Busan, Korea |
| A Multi-Layered Controller Approach for High Precision End-Effector Control of Hydraulic Underwater Manipulator Systems | IEEE Xplore, DOI: [10.23919/OCEANS.2009.5422132](https://doi.org/10.23919/OCEANS.2009.5422132) | Marc Hildebrandt, Jochen Kerdels, Jan Albiez, Frank Kirchner | OCEANS 2009, Biloxi, MS, USA, 26-29 Oct. 2009 |