

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

Школа базовой инженерной подготовки

Направление подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТА |

УДК 621.865.8.001.6

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------|---------|------|
| 158Т40 | Ван Жэньцзе | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Гайворонский С.А. | Кандидат технических наук | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|-----------------------------|---------|------|
| Доцент | Петухов О.Н. | Кандидат экономических наук | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Штейнле А.В. | Кандидат медицинских наук | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--|------------------|--------------------------------------|---------|------|
| 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств | Громаков Е.И. | Кандидат технических наук, доцент | | |

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|-------------------------------------|--|
| <i>Профессиональные компетенции</i> | |
| P1 | Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. |
| P2 | Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения. |
| P3 | Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств. |
| P4 | Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений. |
| P5 | Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств. |
| P6 | Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств. |
| P7 | Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств. |
| <i>Универсальные компетенции</i> | |
| P8 | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий. |
| P9 | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за рискованную работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам |
| P10 | Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду. |
| P11 | Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. |

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

Школа базовой инженерной подготовки
 Направление подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-------------|
| 158Т40 | Ван Жэньцзе |

Тема работы:

| | |
|---|--|
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТА | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | |

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|---|
| <p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>Подводные роботы, персональные компьютеры, matlab, visio.</p> |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Теоритические основы управления подводным роботом 2. Построение математических моделей системы 3. Структурные схемы управления каналами подводного робота 4. Моделирование движения подводного робота в |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <i>работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i> | MATLAB 5. Моделирование движения подводного робота по заданной траектории 6. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности 7. Социальная ответственность | | |
| Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | | | |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i> | | | |
| Раздел | Консультант | | |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Петухов О.Н. | | |
| Социальная ответственность | Штейнле А.В. | | |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

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

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Гайворонский С.А | Кандидат технических наук | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------|---------|------|
| 158T40 | Ван Жэньцзе | | |

Реферат

Пояснительная записка содержит 63 страниц машинописного текста, 14 таблиц, 20 рисунков .

Объект исследования – моделирование движения подводного робота.

Цель работы – моделирование движения подводного робота в MATLAB И моделирование движения подводного робота по заданной траектории.

Ключевые слова: моделирование, подводный робот, автоматизация, MATLAB, SIMULINK.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ОГЛАВЛЕНИЕ..... | 2 |
| ВВЕДЕНИЕ..... | 9 |
| 1. Теоритические основы управления подводным роботом..... | 10 |
| 1.1 Понятие подводного робота..... | 10 |
| 1.2 Структура подводного робота..... | 10 |
| 1.3 Параметры движение подводного робота..... | 11 |
| 1.4 Гидродинамические параметры подводного робота..... | 13 |
| 2. Построение математических моделей системы..... | 15 |
| 2.1Построение математической модели движения подводного робота..... | 15 |
| вдоль продольной оси..... | 15 |
| 2.2Построение математической модели движения подводного робота..... | 16 |
| вдоль вертикальной оси..... | 16 |
| 2.3Построение математической модели движительно-рулевого комплекса подводного робота..... | 17 |
| 3. Структурные схемы управления каналами подводного робота..... | 19 |
| 3.1Структурная схема управления линейным движением ПР..... | 19 |
| вдоль продольной оси..... | 19 |
| 3.2 Структурная схема управления линейным движением ПР вдоль вертикальной оси..... | 19 |
| 3.3Структурные схемы движительно-рулевого комплекса ПР..... | 20 |
| 4. Моделирование движения подводного робота в MATLAB..... | 22 |
| 4.1 Моделирование в MATLAB линейного движения подводного робота вдоль продольной оси..... | 22 |
| 4.2 Моделирование в MATLAB линейного движения подводного робота вдоль вертикальной оси..... | 23 |

| | |
|--|----|
| 4.3 Моделирование в MATLAB движительно-рулевого комплекса подводного робота..... | 24 |
| 4.4 Результаты моделирования..... | 25 |
| 5. Моделирование движения подводного робота по заданной траектории..... | 28 |
| 6. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности..... | 31 |
| 6.1 Потенциальные потребители результатов исследования..... | 31 |
| 6.2 Анализ конкурентных технических решений..... | 32 |
| 6.3 Технология QuaD..... | 34 |
| 6.4 SWOT – анализ..... | 35 |
| 6.5 Организация и планирование работ..... | 37 |
| 6.6 Расчет сметы затрат на выполнение проекта..... | 44 |
| 6.6.1 Расчет расходов на материалы и покупные изделия | 45 |
| 6.6.2 Расчет заработной платы..... | 46 |
| 6.6.3 Расчет затрат на взносы во внебюджетные фонды..... | 47 |
| 6.6.4 Расчет затрат на электроэнергию..... | 47 |
| 6.6.5 Расчет амортизационных расходов..... | 48 |
| 6.6.6 Расчет прочих расходов..... | 49 |
| 6.6.7 Расчет общей себестоимости разработки..... | 49 |
| 6.6.8 Расчет прибыли, НДС и цены разработки НИР..... | 50 |
| 7 Социальная ответственность..... | 51 |
| 7.1 Производственная безопасность..... | 52 |
| 7.1.1 Уровень шума..... | 52 |
| 7.1.2 Уровень электромагнитных излучений..... | 53 |
| 7.1.3 Электрический ток..... | 54 |
| 7.2 Экологическая безопасность..... | 55 |

| | |
|--|----|
| 7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 56 |
| 7.4 Организационные мероприятия по обеспечению безопасности..... | 58 |
| 7.5 Правовые нормы трудового законодательства..... | 59 |
| Заключение..... | 61 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНН..... | 62 |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для исследования и освоения Мирового океана активно используются подводные роботы, к ним относится автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА) . С его помощью удастся выполнять многие сложные технологические операции на разных глубинах погружения. Сейчас наблюдается непрерывное расширение областей применения подводных робототехнических систем за счет выполнения ими новых видов работ.

В связи с этим, перед многими ведущими мировыми научно-исследовательскими центрами стоит задача разработки систем управления, в том числе универсальных, ориентированных на определенные классы подводных роботов.

1. ТЕОРИТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫМ РОБОТОМ

1.1 Понятие подводного робота

Подводный робот (ПР) - совокупность технических инструментов, которые при объединении способны свободно перемещаться под водой при выполнении ряда задач на глубинах и в условиях, недоступных для человека.

1.2 Структура подводного робота

Чтобы лучше понять подводный робот, нужно знать его структуру

Характеристики несущей конструкции ПР: большинство подводных роботов имеют форму кубоида и открытую металлическую раму. Эта структура играет роль защиты и поддержки, как показано на рисунке 1.1. Другая форма структуры - обтекаемое тело. Этот подводный робот имеет форму торпеды, как показано на рисунке 1.2.



Рисунок 1.1 Подводный робот в металлической раме

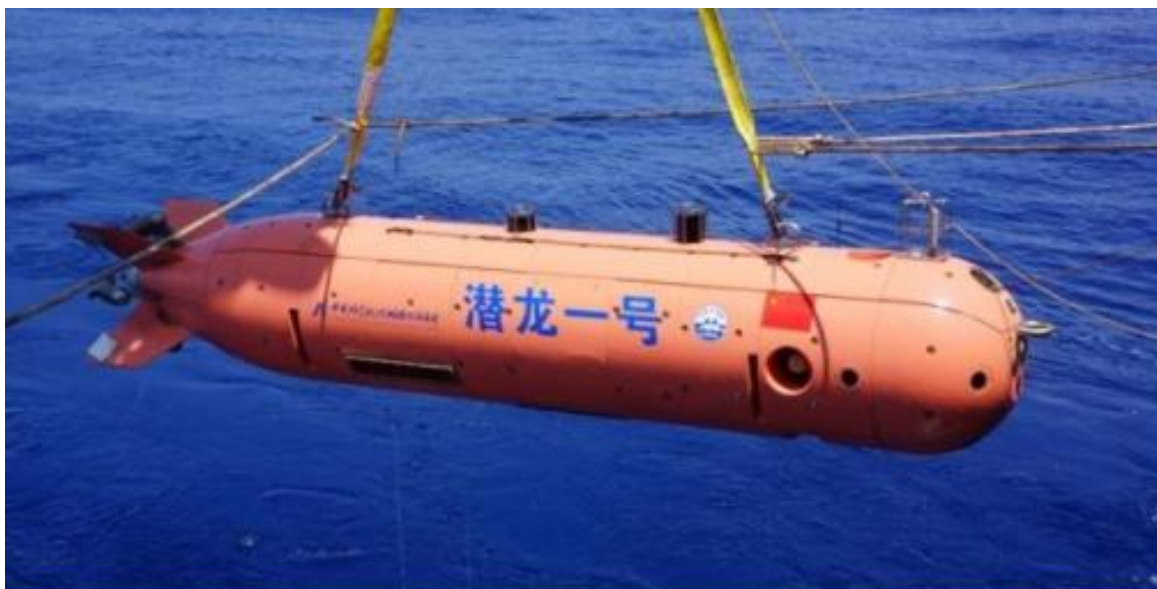


Рисунок 1.2 Подводный робот в форме торпеды

Режим движения ПР: большинство подводных роботов используют пропеллер. Привод ПР - это, как правило, двигатель и гидравлический привод. Малогабаритные подводные роботы в основном используют моторные движители. Крупногабаритные подводные роботы обычно используют движители с гидравлическим приводом. Есть также подводные роботы, которые используют гидроабразивные движители.

Источник питания ПР: напряжение питания обычно связано с мощностью и глубиной погружения подводного робота. Небольшой подводный робот использует однофазный источник переменного тока 220 В, 50 Гц, а крупномасштабный подводный робот использует трехфазный блок питания переменного тока мощностью более 3000 В.

1.3 Параметры движение подводного робота

Движение ПР – совокупность поступательного движения вдоль осей и вращательного движения вокруг некоторых осей, связанных с корпусом

аппарата. Для описания движения ПР используются три системы координат, представленные на рисунке 1.3

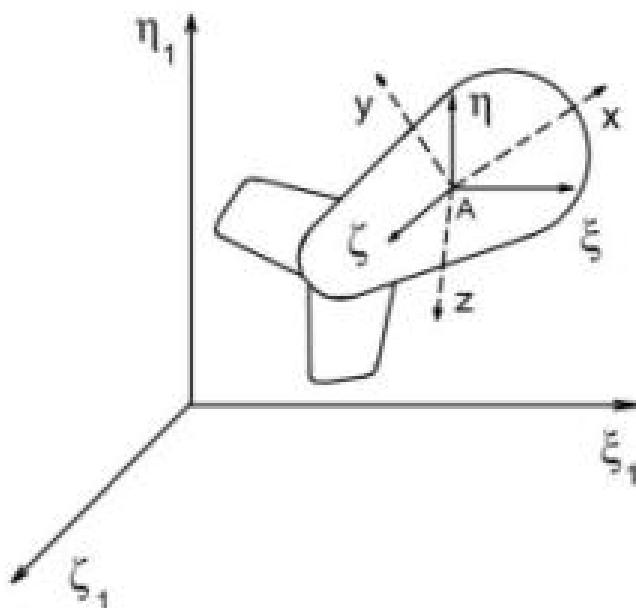


Рисунок 1.3 – Системы координат движения ПР

Система координат $\xi_1\eta_1\zeta_1$ является глобальной системой координат. Ось системы координат $\xi\eta\zeta$ параллельна соответствующей оси $\xi_1\eta_1\zeta_1$. Происхождение $\xi\eta\zeta$ соответствует экстремумам оборудования. Ось системы координат xuz совпадает с осью тела ПР, а центр совпадает с полюсом ПР. Поэтому плоскость xu совпадает с продольной вертикальной плоскостью ПР, плоскость xz совпадает с плоскостью мид-стопа, ось y - это пересечение этих плоскостей и направлена вверх от центра смещения.

Система координат xuz используется для вычисления моментов инерции ПР.

Системы координат xuz и $\xi\eta\zeta$ используются для установки положения ПР в воде, прокрутки по углам маршрута и обрезки. Процесс представляет собой угол между осью x и осью x , проецируемой на горизонтальную плоскость. Роллинг - это угол между плоскостью диаметра устройства и вертикальной плоскостью, содержащей ось x . Дифрактор - это угол между осью x и его проекцией на горизонтальную плоскость.

Система координат $\xi_1\eta_1\zeta_1$ используется для вычисления координат ПР и его скорости.

1.4 Гидродинамические параметры подводного робота

Чтобы рассчитать силы и моменты, действующие на ПР со стороны жидкости, используется ряд параметров. К этим параметрам относятся коэффициенты присоединенных масс, моментов и коэффициенты гидродинамических сил.

Коэффициенты присоединенных масс характеризуют инерционность жидкости, перемещающейся в результате движения ПР. Всего таких коэффициентов 36; их принято записывать в виде определителя квадратной матрицы из 6 строк и 6 столбцов:

$$\Lambda = \begin{vmatrix} \lambda_{11} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \lambda_{16} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \lambda_{61} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \lambda_{66} \end{vmatrix}.$$

Коэффициенты λ_{ij} не все являются массами и имеют разную размерность. В частности, массы жидкости, сдвигаемые ПР при движении вдоль каждой из трех осей координат, равны $\lambda_{ij}; i, j \in [1;3]$. Моменты инерции жидкостей равны $\lambda_{ij}; i, j \in [4;6]$. Остальные величины характеризуют взаимовлияние разных типов движения.

На ПР, движущийся в вязкой жидкости, действуют три силы: сила лобового сопротивления R_x , подъемная R_y и боковая R_z силы.

Перечисленные силы могут быть рассчитаны по формулам:

$$R_x = \frac{c_x \cdot \rho \cdot V^{\frac{2}{3}}}{2} \cdot v_x^2 \quad R_y = \frac{c_y \cdot \rho \cdot V^{\frac{2}{3}}}{2} \cdot v_y^2 \quad R_z = \frac{c_z \cdot \rho \cdot V^{\frac{2}{3}}}{2} \cdot v_z^2 \quad (1.1)$$

где

c_x c_y c_z -коэффициенты гидродинамических сил,

ρ – плотность воды,

V – водоизмещение ПР,

v – скорость движения ПР.

Рассмотрев виды возмущающих воздействий со стороны вязкой жидкости на ПР как объект управления, рассмотрим подробнее структуру системы управления движением ПР в целом.

2. ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ

Рассмотрим построение математических моделей процесса движения подводного робота. Такие модели могут быть использованы в качестве моделей объекта управления в каналах СУ движения подводного робота.

Процесс движения ПР обладает рядом особенностей, которые необходимо учесть при построении модели, а именно инерционные свойства жидкости и влияние гидростатических и гидродинамических сил на подводный робот. В частности, учтены присоединенные массы и моменты инерции окружающей ПР жидкости; подъемная, продольная и боковая гидродинамические силы подводного робота, вес ПР и архимедова сила, действующая на него.

При составлении моделей будем считать, что движение происходит только в вертикальной плоскости и соответственно, изменяются только два параметра движения, все остальные параметры равны нулю.

2.1 Построение математической модели движения подводного робота вдоль продольной оси

Линейное движение подводного робота вдоль продольной оси X осуществляется за счет работы его маршевых движителей. Со стороны вязкой жидкости такому движению препятствует продольная гидродинамическая сила.

Дифференциальное уравнение такого движения можно записать следующим образом:

$$(m + \lambda_{11}) \cdot \frac{dv_x}{dt} = T_x - \frac{c_x \cdot \rho \cdot V^{\frac{2}{3}}}{2} \cdot v_x^2 \quad (2.1)$$

где

v_x - скорость движения ПР маршем,

T_x - упор маршевых движителей

c_x - гидродинамический коэффициент силы лобового сопротивления

m -масса ПР

λ_{11} -масса жидкости, сдвигаемой ПР при движении маршем

V -водоизмещение ПР

ρ -плотност воды.

2.2 Построение математической модели движения подводного робота вдоль вертикальной оси

Линейное движение подводного робота вдоль вертикальной оси Y осуществляется за счет работы его вертикальных движителей . Со стороны вязкой жидкости такому движению препятствует нормальная гидродинамическая сила, вес ПР и архимедова сила, действующая на ПР.

Дифференциальное уравнение такого движения можно записать следующим образом:

$$(m + \lambda_{22}) \cdot \frac{dv_y}{dt} = T_y - \frac{c_y \cdot \rho \cdot V^{\frac{2}{3}}}{2} \cdot v_y^2 - P + F_A \quad (2.2)$$

где

v_y -скорость вертикального движения ПР,

T_y -упор вертикальных движителей

c_y -гидродинамический коэффициент силы лобового сопротивления

m -масса ПР

λ_{22} -масса жидкости, сдвигаемой ПР при погружении

V -водоизмещение ПР

ρ -плотност воды

F_A -архимедова сила ПР

P - вес ПР

2.3 Построение математической модели движительно-рулевого комплекса подводного робота

Математическое моделирование работы ДРК каждой компоновки представляется тривиальной задачей при наличии математической модели движителя. Рассмотрим далее построение математической модели отдельного движителя. Такая модель должна связывать управляющий сигнал, поступающий на электродвигатель движителя, с упором.

Известно, что упор движителя определяется следующим выражением:

$$T = c_o \cdot \rho \cdot n^2 \cdot d^4 \quad (2.3)$$

где

T -упор движителя

c_o -коэффициент упора гребного винта,

ρ -плотность воды

n -частота вращения винта

d -диаметр винта.

Коэффициент упора гребного винта определяется его конструктивными особенностями, в частности, шагом винта, количеством лопастей, а также углом между осью винта и направлением обтекающего его потока жидкости.

Работу электродвигателя движителя опишем с помощью дифференциального уравнения:

$$T_o \cdot T_m \cdot \frac{d^2 \omega}{dt} + T_m \cdot \frac{d\omega}{dt} + \omega = K_1 \cdot u \quad (2.4)$$

где

T_o , T_m электромагнитная и электромеханическая постоянная двигателя

соответственно

ω -частота вращения вала двигателя

K_1 -передаточный коэффициент двигателя по напряжению

u -управляющее напряжение

Зная, что частота вращения винта в радианах и в оборотах в секунду связаны между собой следующим выражением:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n,$$

выразим упор движителя T через частоту ω с помощью (2.3) и подставим полученное выражение в уравнение электродвигателя (2.4). Ввиду того, что современные электродвигатели обладают малыми электромагнитными и электромеханическими постоянными, пренебрежем членом со второй производной частоты ω в левой части уравнения электродвигателя (2.4). С учетом вышесказанного, используя ранее введенные обозначения, получим уравнения, связывающие модуль упора движителя с управляющим напряжением и моментом сопротивления вращению:

$$\begin{aligned} T_m \cdot \frac{df(T(t))}{dt} + f(T(t)) &= K_1 \cdot \sqrt{c_\phi \cdot \rho \cdot d^4} \cdot u \\ f(T(t)) &= 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{T(t)} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Полученная модель описывает квадратичную зависимость между управляющим напряжением электродвигателя движителя и упором движителя.

3. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛАМИ ПОДВОДНОГО РОБОТА

3.1 Структурная схема управления линейным движением ПР вдоль продольной оси

Структурная схема управления линейным движением вдоль продольной оси построена на основании (2.1) и показана на рисунке 3.1.

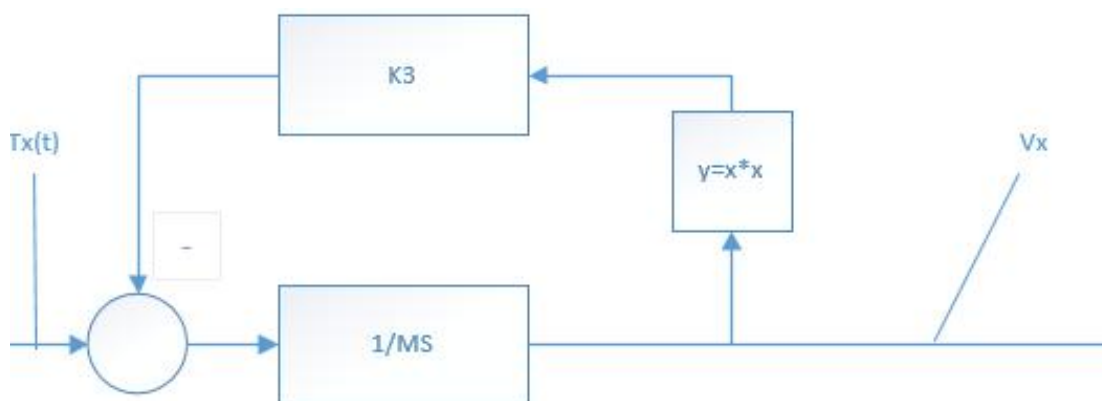


Рис 3.1- Структурная схема управления линейным движением ПР вдоль продольной оси

На рисунке введены обозначения $K_3 = \frac{c_x \cdot \rho \cdot V^{\frac{2}{3}}}{2}$, $M = m + \lambda_{11}$

3.2 Структурная схема управления линейным движением ПР вдоль вертикальной оси

Структурная схема управления линейным движением ПР вдоль вертикальной оси построена на основании (2.2) и представлена на рисунке 3.2.

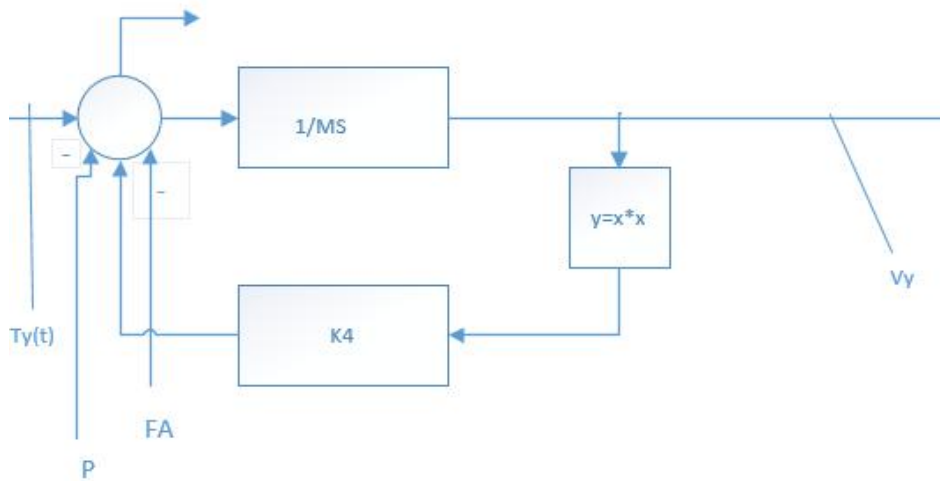


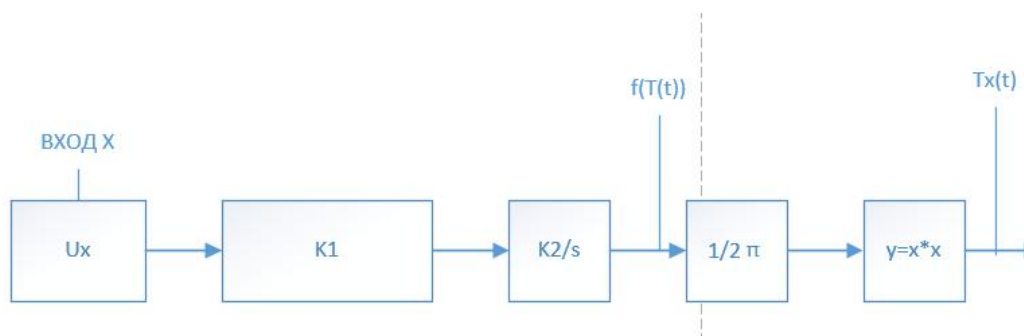
Рис 3.2 - Структурная схема управления линейным движением ПР вдоль вертикальной оси

На рисунке введены обозначения $K_4 = \frac{c_y \cdot \rho \cdot V^{\frac{2}{3}}}{2}$, $M = m + \lambda_{22}$

3.3 Структурные схемы движительно-рулевого комплекса ПР

Структурные схемы ДРК по оси X и оси Y получены с помощью (2.5) и показаны на рисунке 3.3.

ДРК (X):



ДРК(Y):

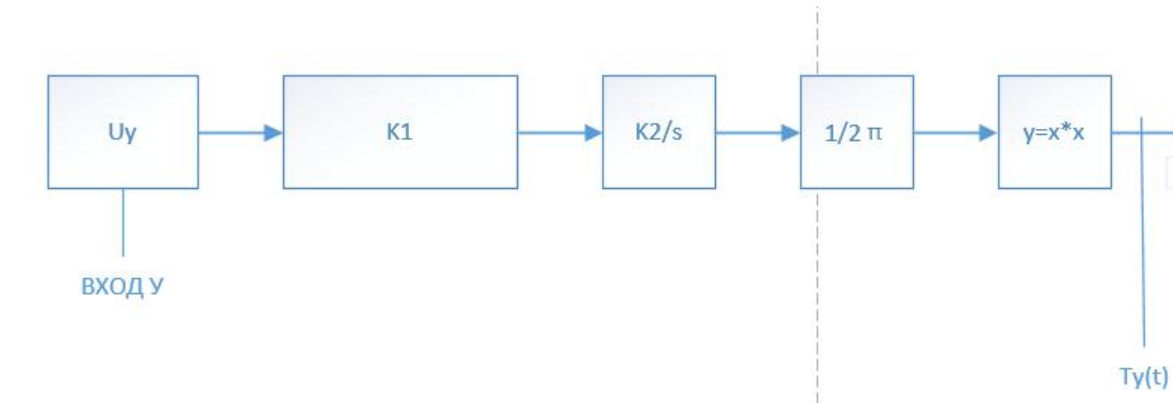


Рис 3.3 Структурные схемы ДРК

На рисунке обозначено $K_2 = \frac{\sqrt{c_d \cdot \rho \cdot d^4}}{T_m S + 1}$

Общая модель движения ПР в вертикальной плоскости показана на рисунке 3.4

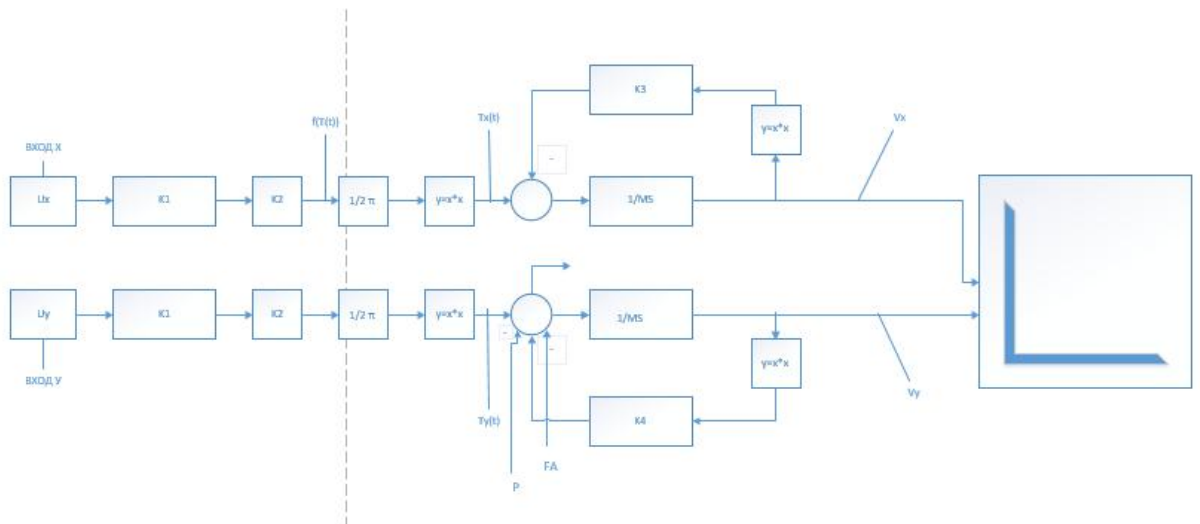


Рис 3.4 Общая модель движения ПР

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТА В MATLAB

Согласно данным, доступным из литературы, были получены необходимые параметры:

$$\lambda_{11}=21.134, \lambda_{22}=23.86,$$

$$m=18, \rho=1, V=1, T_m=0.2,$$

$$c_d=0.05, c_y=3.63, c_x=1.775, d=0.1, K_1=10$$

где

λ_{11} -масса жидкости, сдвигаемой ПР при движении маршем

λ_{22} -масса жидкости, сдвигаемой ПР при погружении

m -масса ПР

V -водоизмещение ПР

ρ -плотность воды

c_x -гидродинамический коэффициент силы лобового сопротивления

c_y -гидродинамический коэффициент силы лобового сопротивления

c_d -коэффициент упора гребного винта

T_m -электромеханическая постоянная двигателя

4.1 Моделирование в MATLAB линейного движения подводного робота вдоль продольной оси

Модель в MATLAB линейного движения ПР вдоль продольной оси построена с помощью (2.1) и показана на рисунке 4.1.

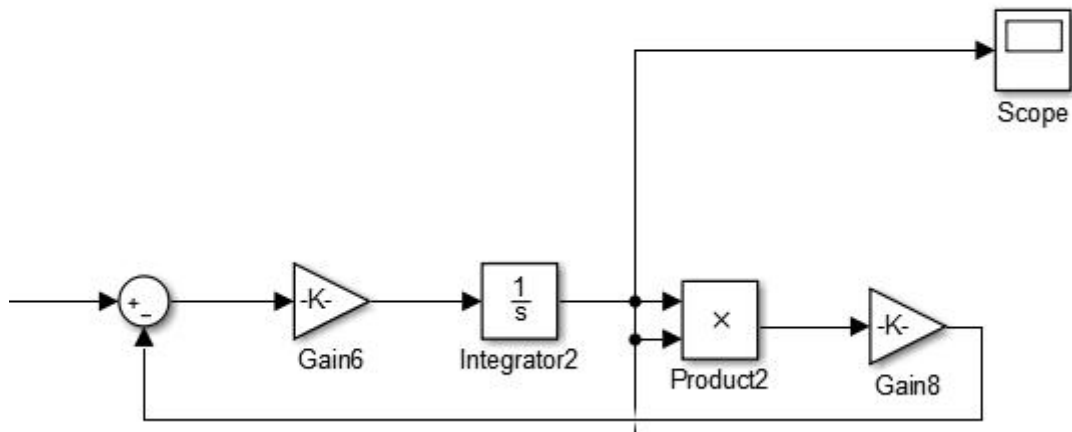


Рис 4.1 Модель линейного движения ПР вдоль продольной оси

4.2 Моделирование в MATLAB линейного движения подводного робота вдоль вертикальной оси

Модель в MATLAB линейного движения ПР вдоль вертикальной оси получена с помощью (2.2) и показана на рисунке 4.2.

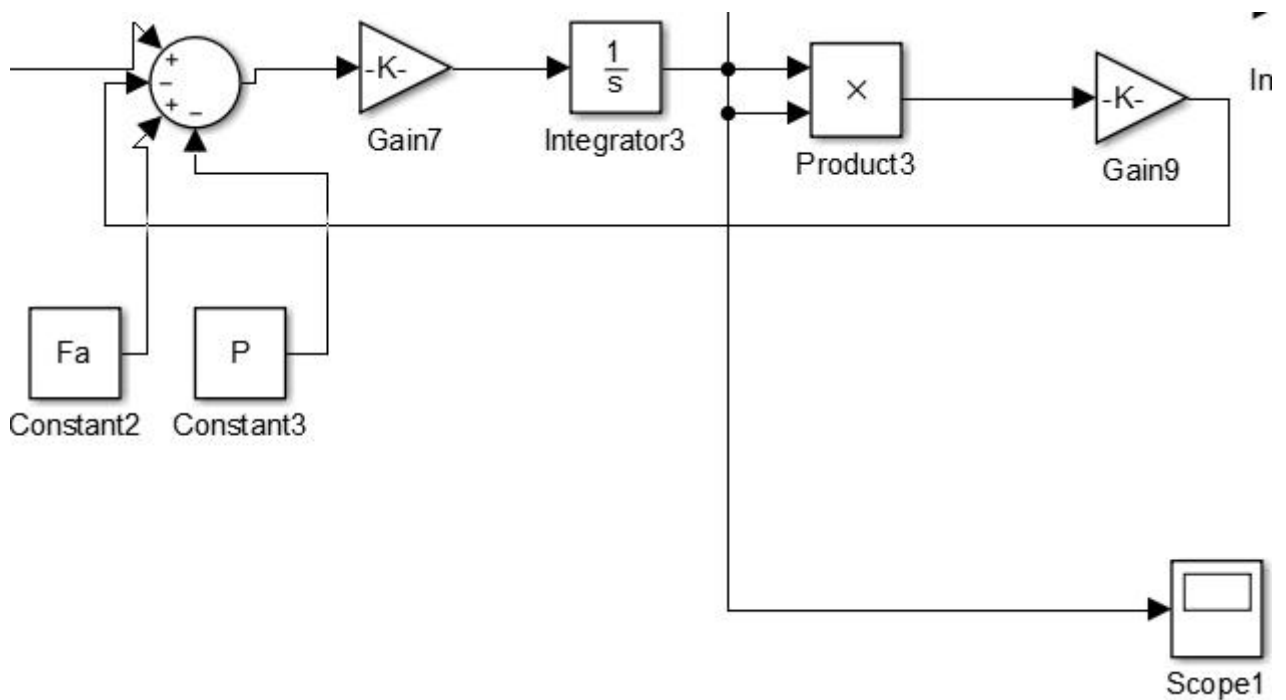
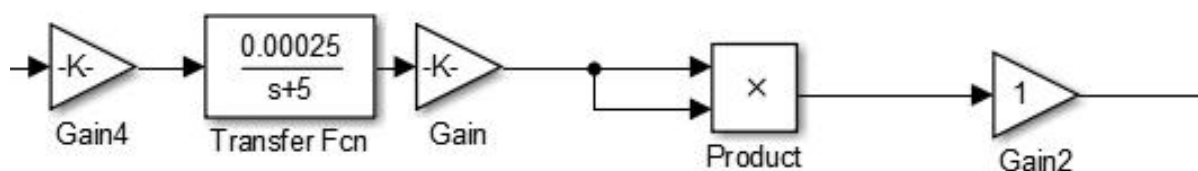


Рис 4.2 Модель линейного движения ПР вдоль вертикальной оси

4.3 Моделирование в MATLAB движительно-рулевого комплекса подводного робота

Модели в MATLAB движительно-рулевого комплекса ПР для горизонтального и вертикального движения получены с помощью (2.5) и показаны на рисунке 4.3.

ДРК (X):



ДРК (Y):

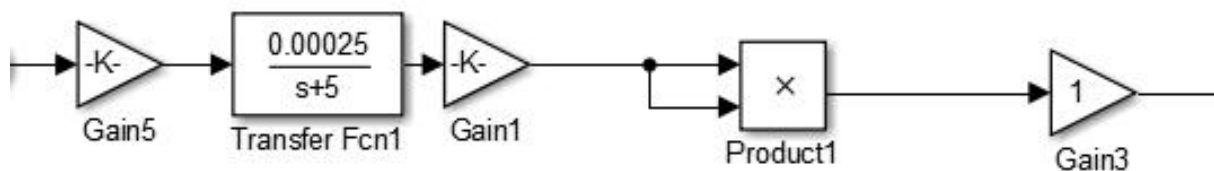


РИС 4.3 Модели движительно-рулевого комплекса подводного робота

Общая модель движения ПР показана на рисунке 4.4.

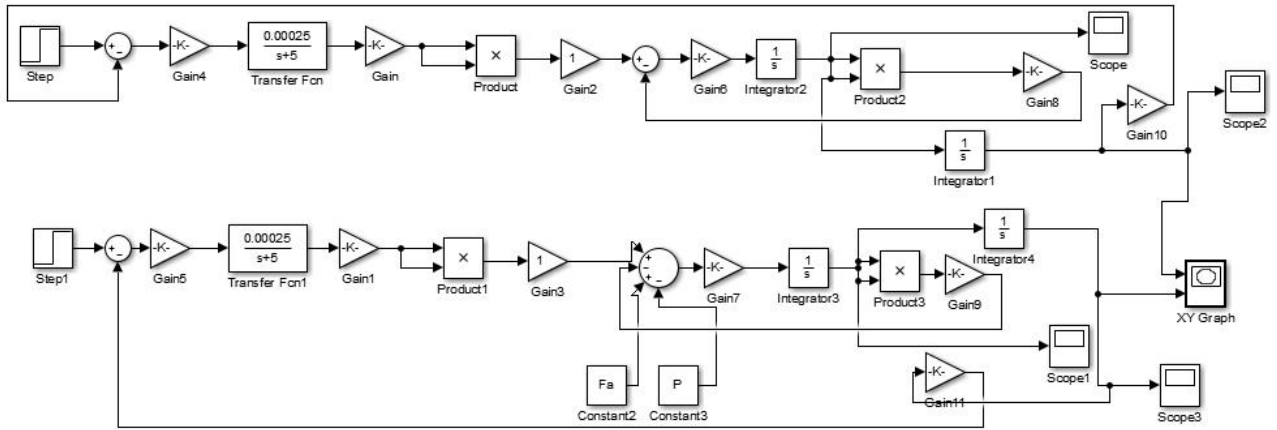


Рис 4.4 Общая модель движения ПР

4.4 Результаты моделирования

Скорость линейного движения ПР вдоль продольной оси показана на рисунке 4.5. Через 140 секунд скорость составляет 0,84 метра в секунду.

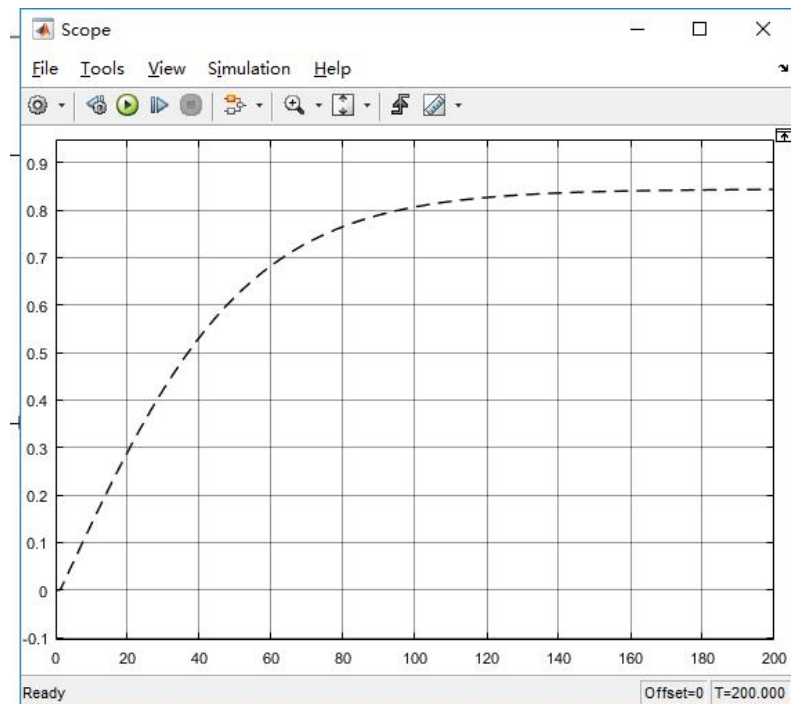


Рис 4.5 Скорость ПР по X

Скорость линейного движения ПР вдоль вертикальной оси показана на рисунке 4.6. Через 110 секунд скорость составляет 0,59 метра в секунду.

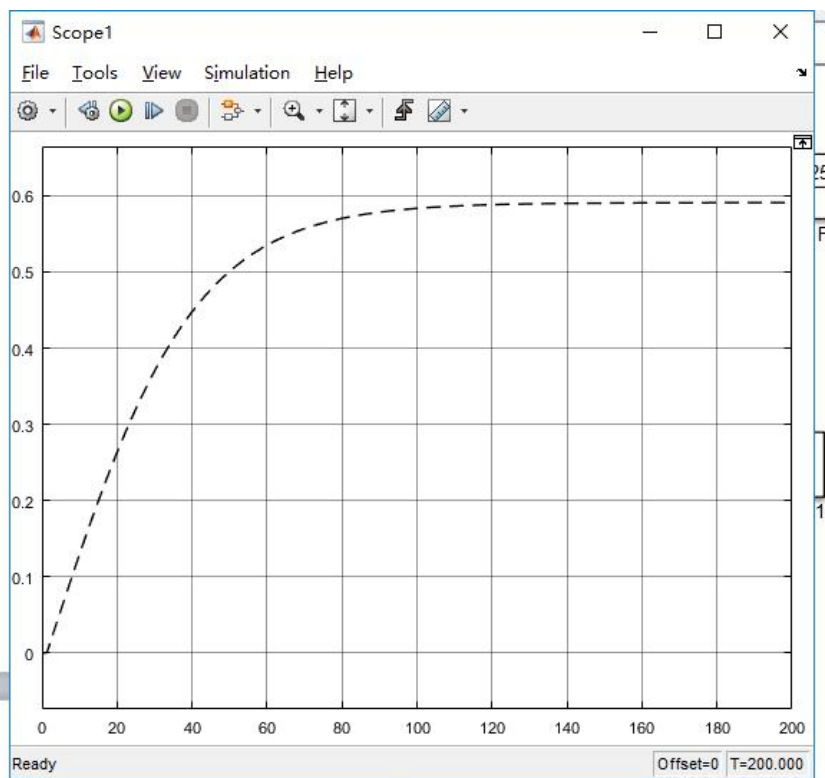


Рис 4.6 Скорость ПР по Y

Перемещение ПР вдоль продольной оси показано на рисунке 4.7

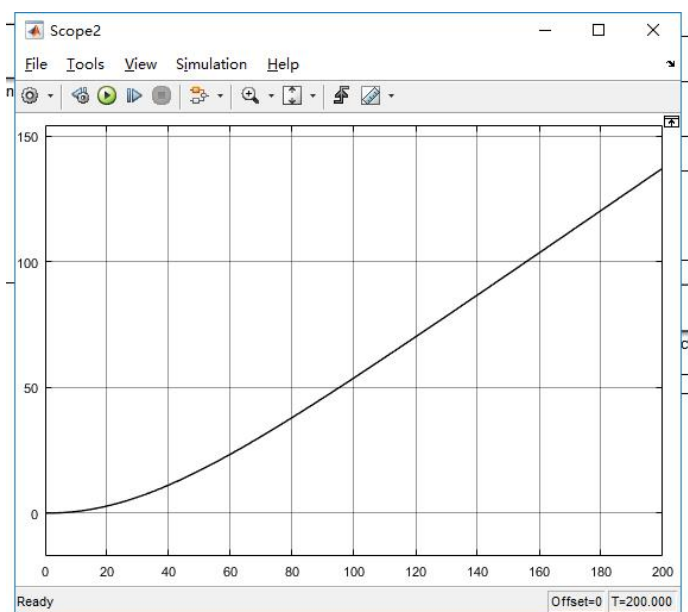


Рис 4.7 Перемещение ПР по X

Перемещение ПР вдоль вертикальной оси показано на рисунке 4.8

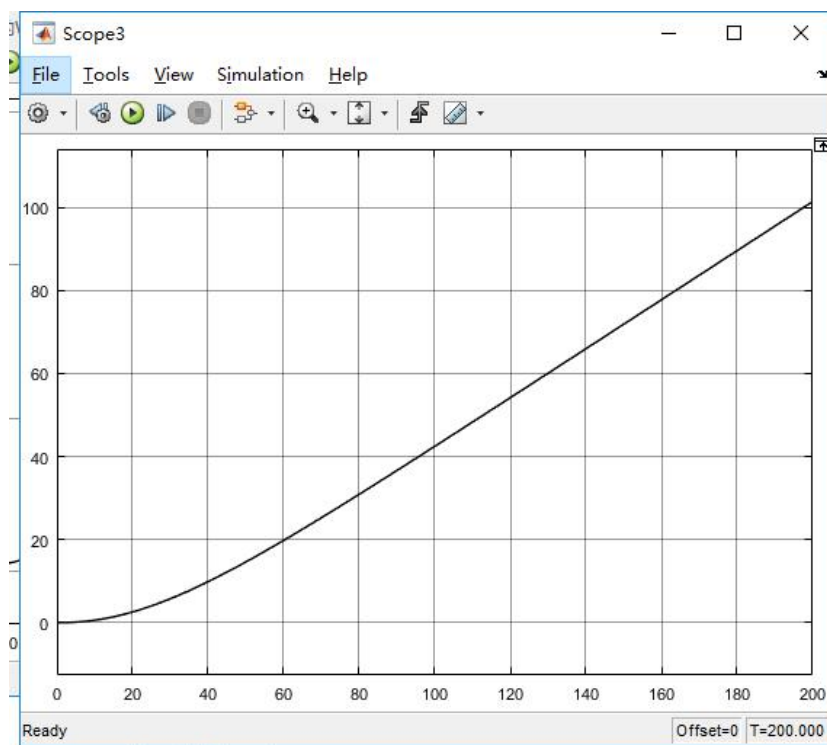


Рис 4.8 Перемещение ПР по У

Движение ПР в вертикальной плоскости показано на рисунке 4.9

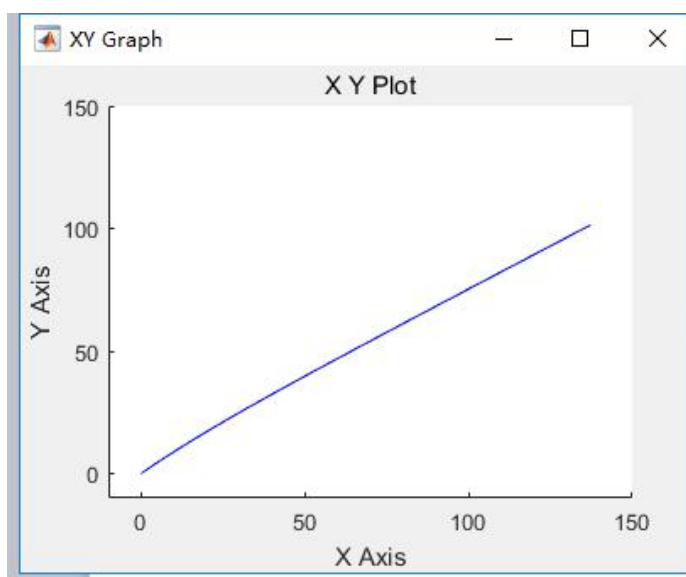


Рис 4.9 Движение ПР в вертикальной плоскости

5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТА ПО ЗАДАННОЙ ТРАЕКТОРИИ

Заданная траектория движения ПР показана на рисунке 5.1

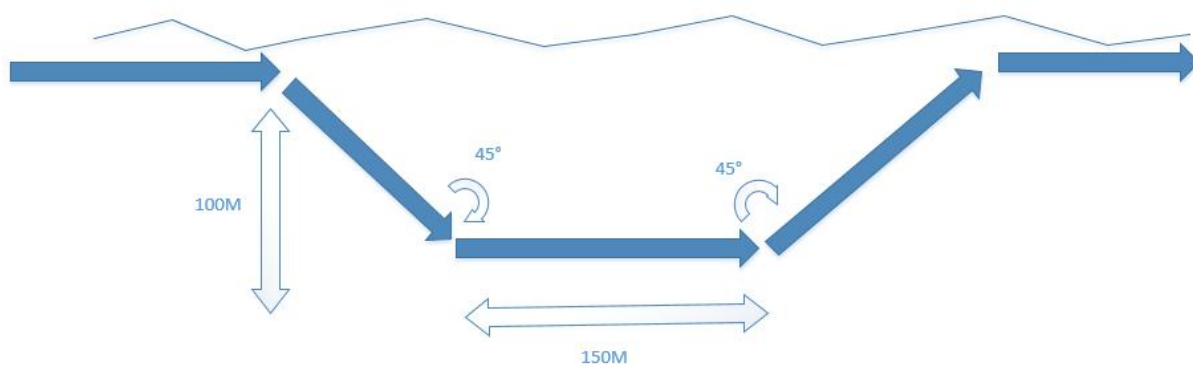


Рис 5.1 Заданная траектория движения ПР

Задача моделирования делится на три части: моделирование погружения ПР, моделирование движения ПР маршем и моделирование всплытия ПР.

Управляющие входные параметры при погружении делают вертикальное перемещение отрицательным, а абсолютное значение совпадает с продольным перемещением. Перемещение показано на рисунке 5.2.

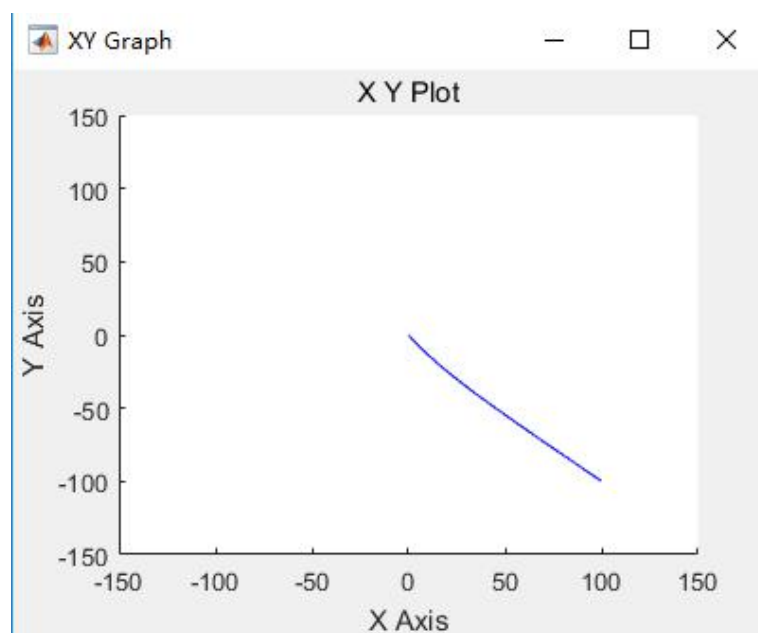


Рис 5.2 Моделирование погружения ПР

Входные параметры показаны на рисунке 5.3.

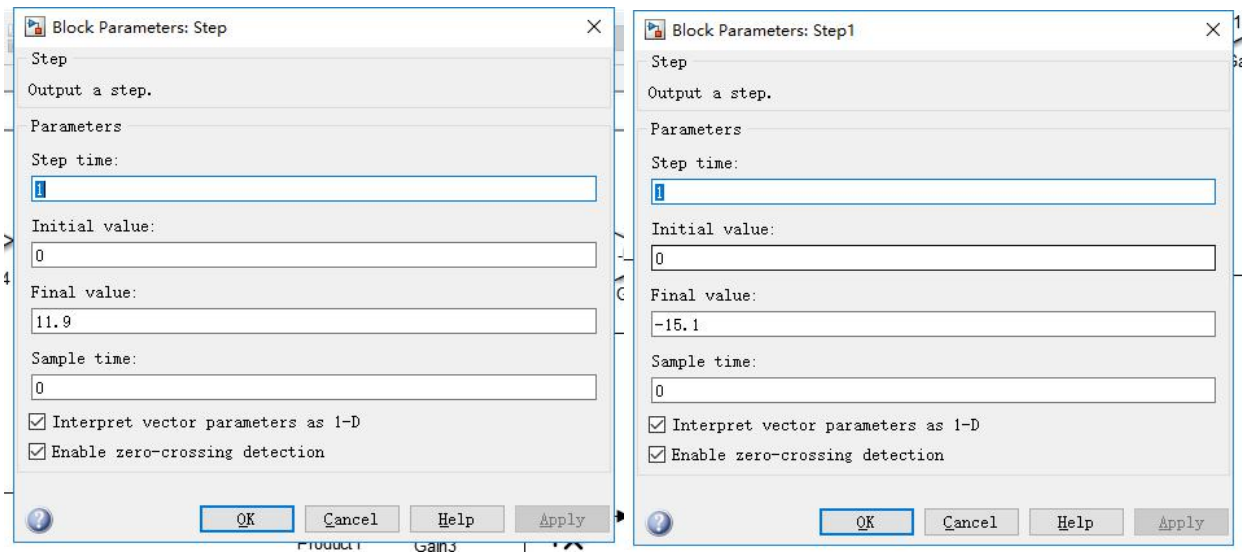


Рис 5.3 Входные параметры при движении ПР по X и Y

Когда подводный робот выполняет только движение вперед, происходит только продольное перемещение. Результаты моделирования в Matlab показаны на рисунке 5.4.

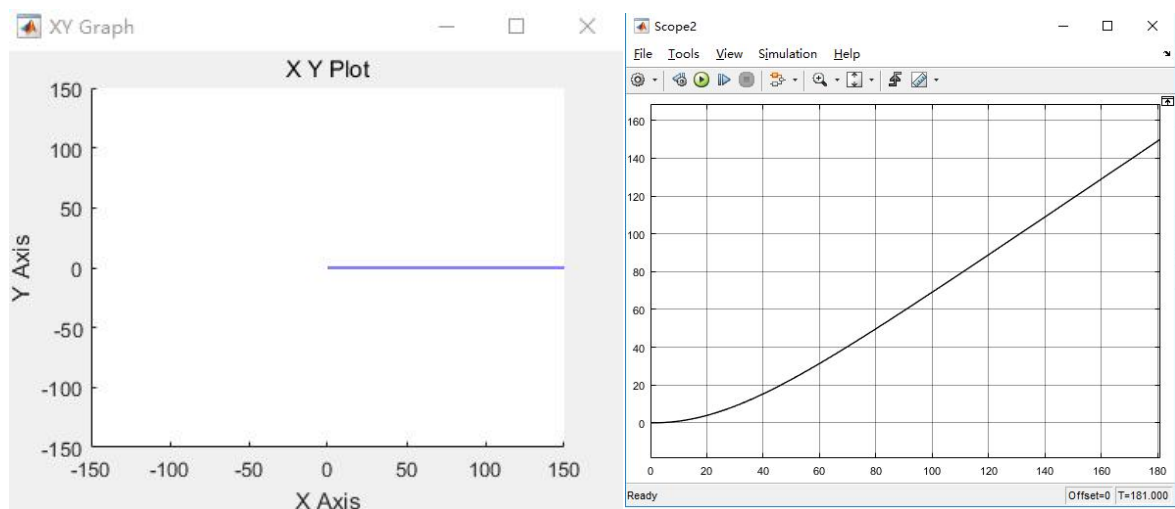


Рис 5.4 Моделирование движения ПР маршем

Когда подводный робот выполняет всплытие, смещения в обоих направлениях одинаковы и показаны на рисунке 5.5.

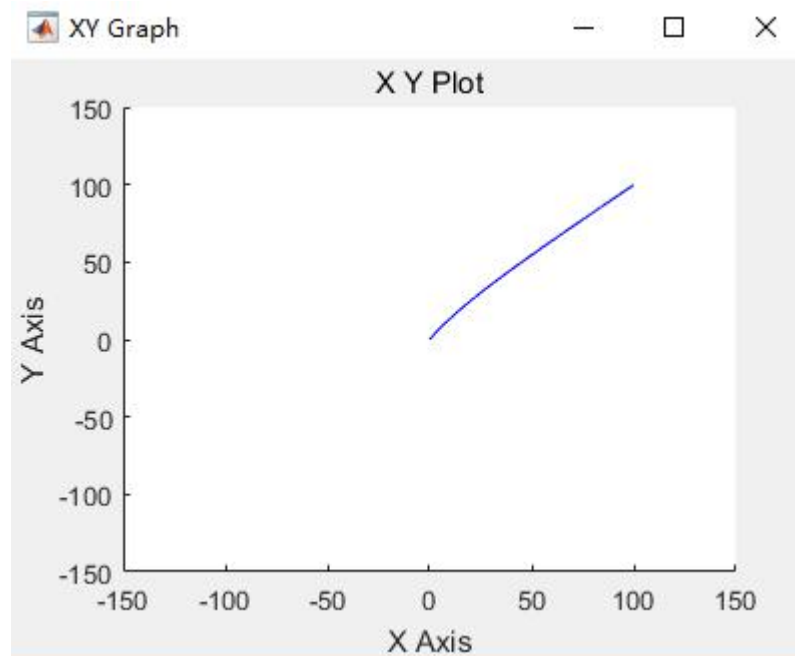


Рис 5.5 Моделирование всплытия ПР

6. ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

6.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В настоящее время для исследования и освоения Мирового океана активно используются подводные роботы, оснащенные манипуляторами. С их помощью удается выполнять многие сложные технологические операции на разных глубинах погружения. Сейчас наблюдается непрерывное расширение областей применения подводных робототехнических систем за счет выполнения ими

новых видов работ.

В связи с этим, перед многими ведущими мировыми научно исследовательскими центрами стоит задача разработки систем управления манипуляторами, в том числе универсальных, ориентированных на определенные классы подводных роботов.

В таблице 1 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» –«CHINA», «Б» –«JAPAN», «В» – «USA»

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

| | | Направление деятельности | | | |
|-----------------|---------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | Проектирование строительства | Выполнение проектов строительства | Разработка АСУ ТП | Внедрение MATLAB систем |
| Размер компании | Мелкая | Б, В | А, Б | Б, В | В |
| | Средняя | А, Б, В | А, Б | Б, В | Б, В |
| | Крупная | А, Б, В | А | В | В |

6.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

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

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);

- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице 2 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Таблица 2 – Оценочная карта

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|---|--------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| | | Проект АСУ ТП | Существующая система управления | Разработка АСУ ТП сторонней компанией | Проект АСУ ТП | Существующая система управления | Разработка АСУ ТП сторонней компанией |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| Повышение производительности | 0,04 | 5 | 1 | 4 | 0,2 | 0,04 | 0,16 |
| Удобство в эксплуатации | 0,05 | 3 | 2 | 4 | 0,15 | 0,1 | 0,2 |
| Помехоустойчивость | 0,06 | 2 | 3 | 2 | 0,12 | 0,18 | 0,12 |
| Энергоэкономичность | 0,08 | 3 | 4 | 2 | 0,24 | 0,32 | 0,16 |
| Надежность | 0,12 | 5 | 2 | 5 | 0,6 | 0,24 | 0,6 |
| Уровень шума | 0,04 | 2 | 2 | 2 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Безопасность | 0,12 | 5 | 3 | 5 | 0,6 | 0,36 | 0,6 |
| Потребность в ресурсах памяти | 0,04 | 2 | 5 | 3 | 0,08 | 0,2 | 0,12 |
| Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,02 | 2 | 2 | 1 | 0,04 | 0,04 | 0,02 |
| Простота эксплуатации | 0,06 | 5 | 3 | 4 | 0,3 | 0,18 | 0,24 |
| Качество интеллектуального интерфейса | 0,06 | 4 | 0 | 4 | 0,24 | 0 | 0,24 |
| Возможность подключения в | 0,03 | 5 | 0 | 5 | 0,15 | 0 | 0,15 |

| | | | | | | | |
|--|------|----|----|----|------|------|------|
| сеть ЭВМ | | | | | | | |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| Конкурентоспособность продукта | 0,02 | 2 | 1 | 3 | 0,04 | 0,02 | 0,06 |
| Уровень проникновения на рынок | 0,02 | 1 | 5 | 3 | 0,02 | 0,1 | 0,06 |
| Цена | 0,05 | 3 | 5 | 1 | 0,15 | 0,25 | 0,05 |
| Предполагаемый срок эксплуатации | 0,05 | 4 | 3 | 5 | 0,2 | 0,15 | 0,25 |
| Послепродажное обслуживание | 0,06 | 5 | 3 | 3 | 0,3 | 0,18 | 0,18 |
| Финансирование научной разработки | 0,02 | 2 | 1 | 1 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Срок выхода на рынок | 0,03 | 2 | 4 | 5 | 0,06 | 0,12 | 0,15 |
| Наличие сертификации разработки | 0,03 | 1 | 3 | 5 | 0,03 | 0,09 | 0,15 |
| Итого: | 1 | 63 | 52 | 67 | 3,64 | 2,67 | 3,61 |

Согласно оценочной карте можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: повышение производительности, повышение надежности и безопасности, простота эксплуатации.

6.3 Технология QuaD

Для упрощения процедуры проведения QuaD проведем в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3 – Оценочная карта QuaD

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение | Средневзвешенное значение |
|---|--------------|-------|-------------------|------------------------|---------------------------|
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | |
| Повышение производительности | 0,04 | 75 | 100 | 0,75 | 3 |
| Удобство в эксплуатации | 0,05 | 85 | 100 | 0,85 | 4,25 |
| Помехоустойчивость | 0,06 | 45 | 100 | 0,45 | 2,7 |
| Энергоэкономичность | 0,08 | 35 | 100 | 0,35 | 2,8 |
| Надежность | 0,12 | 95 | 100 | 0,95 | 11,4 |
| Уровень шума | 0,04 | 50 | 100 | 0,5 | 2 |
| Безопасность | 0,12 | 95 | 100 | 0,95 | 11,4 |

| | | | | | |
|---|------|----|-----|------|------|
| Потребность в ресурсах памяти | 0,04 | 60 | 100 | 0,6 | 2,4 |
| Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,02 | 35 | 100 | 0,35 | 0,7 |
| Простота эксплуатации | 0,06 | 80 | 100 | 0,8 | 4,8 |
| Качество интеллектуального интерфейса | 0,06 | 80 | 100 | 0,8 | 4,8 |
| Ремонтопригодность | 0,03 | 75 | 100 | 0,75 | 2,25 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | |
| Конкурентоспособность продукта | 0,02 | 65 | 100 | 0,65 | 1,3 |
| Уровень проникновения на рынок | 0,02 | 25 | 100 | 0,25 | 0,5 |
| Цена | 0,05 | 80 | 100 | 0,8 | 4 |
| Предполагаемый срок эксплуатации | 0,05 | 75 | 100 | 0,75 | 3,75 |
| Послепродажное обслуживание | 0,06 | 75 | 100 | 0,75 | 4,5 |
| Финансирование научной разработки | 0,02 | 60 | 100 | 0,6 | 1,2 |
| Срок выхода на рынок | 0,03 | 40 | 100 | 0,4 | 1,2 |
| Наличие сертификации разработки | 0,03 | 15 | 100 | 0,15 | 0,45 |
| Итого: | 1 | | | | 69,4 |

Средневзвешенное значение позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Средневзвешенное значение получилось равным 69,4, что говорит о том, что перспективность разработки выше среднего.

6.4 SWOT – 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.

Таблица 4 – SWOT анализ

| | | Сильные стороны | | | | | Слабые стороны | | | | |
|-------------|--|---|------------------------------|---|---------------------------------------|--|-----------------------------------|--|--|---|---|
| | | С1. Простота настройки и эксплуатации системы | С2. Экологичность технологии | С3. Не требует уникального оборудования | С4. Наличие бюджетного финансирования | С5. Высококвалифицированный научный труд | Сл1. Отсутствие прототипа проекта | Сл2. Применение только для нефтяной промышленности | Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить производство под ключ | Сл4. Отсутствие необходимого оборудования | Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования |
| Возможности | В1. Использование инфраструктуры ТПУ для распространения | 0 | + | + | + | + | - | - | - | - | - |
| | В2. Использование существующего программного обеспечения | + | 0 | - | 0 | + | - | - | - | - | - |
| | В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт | + | + | - | 0 | + | - | - | - | - | - |
| | В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований | 0 | - | + | + | - | - | - | - | - | - |
| | В5. Получение финансирования для дальнейшего более глубокого исследования. | + | - | + | + | 0 | - | - | - | - | - |
| Угрозы | У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства | - | - | - | - | - | + | - | - | - | + |
| | У2. Развитая конкуренция технологий производства | - | - | - | - | - | - | - | + | + | - |
| | У3. Ограничения на экспорт технологии | - | - | - | - | - | - | - | + | 0 | 0 |
| | У4. Захват внутреннего рынка иностранными компаниями. | - | - | - | - | - | - | - | 0 | + | + |
| | У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства | - | - | - | - | - | + | - | - | 0 | + |

6.5 Организация и планирование работ

Зная конечную цель исследований, а также изучив опыт ученых, решавших задачи, подобные решенным в данной работе, определим полный перечень и очередность работ. Для каждого из выделенных этапов определим его исполнителей и долю участия каждого из исполнителей в его выполнении. Полученные результаты сведем в таблицу 5.

Таблица 5 – Перечень выполняемых работ и доля участия исполнителей

| Этап работы | Исполнители и их участие в работе |
|---|-----------------------------------|
| 1 Получение исходных данных | – |
| 2 Построение математических моделей движения подв одного робота | И=100% |
| 3 Построение математической модели движительнорулевого комплекса необитаемого подводного робота | И=100% |
| 4. Моделирование в MATLAB | И=100% |
| 5 .Подведение итогов | НР=40% И=60% |

Кратко опишем течение и результаты каждого этапа работы. Первый этап начинается с постановки в общих формулировках научным руководителем цели исследования. После тщательного изучения нюансов решения связанных с достижением поставленной цели задач инженер предлагает максимально детальный план работ, который утверждается научным руководителем при достаточной глубине проработки.

Результатом выполнения второго этапа является комплекс математических инструментов, позволяющих решить широкий спектр задач моделирования и синтеза систем автоматического управления с интервальными параметрами, в том числе и задачи, утвержденные руководителем в техническом задании.

Третий этап, помимо решения реальной задачи, даст информацию о

применимости разработанных методик к процессу проектирования контуров системы управления движением ПР и позволит оценить результаты проектирования с помощью общепринятых показателей качества.

Результаты четвертого этапа очевидно. На пятом этапе предполагается представление полученных инженером результатов на оценку руководителю.

Зная состав и очередность работ, а также распределение нагрузки между руководителем и инженером для каждой из них, спланируем трудозатраты на выполнение работ.

6.5.1 Продолжительность этапов работ

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

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

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 определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни ($T_{\text{вых}} = 52$); $T_{\text{пр}}$ –

праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 12$).

Воспользовавшись данными из таблицы 6.1 и приведенными выше формулами, рассчитаем продолжительность выполнения работ руководителем и инженером в календарных днях. Результаты расчетов сведем в таблицу 6. Таблица 6 – Трудозатраты на выполнение проекта

| Этап | Исполнители НР – научный руководитель; И – инженер | Продолжительность работ, дни | | | Трудоемкость работ по исполнителям, чел.-дн. | | | |
|---|---|---------------------------------|-----------------|------------|---|--------|-----------------|----|
| | | t_{\min} | $t_{\text{ож}}$ | t_{\max} | $T_{\text{РД}}$ | | $T_{\text{КД}}$ | |
| | | | | | НР | И | НР | И |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Постановка цели и задач исследования | НР, И | 1 | 1,400 | 2 | 1,176 | 0,504 | 2 | 1 |
| Подбор источников и изучение основ гидродинамики ПР | И | 12 | 13,600 | 16 | 0 | 16,320 | 0 | 20 |
| Подбор источников и изучение подходов к идентификации ПР и их ДРК | И | 5 | 5,800 | 7 | 0 | 6,960 | 0 | 9 |
| Подбор источников и изучение подходов к робастному и адаптивному управлению ПР | НР, И | 5 | 5,800 | 7 | 1,392 | 5,568 | 2 | 7 |
| Разработка и утверждение технического задания | НР, И | 2 | 2,400 | 3 | 0,864 | 2,016 | 2 | 3 |
| Разработка способа декомпозиции многомерной математической модели процесса движения ПР с помощью введения интервальных параметров | И | 2 | 2,400 | 3 | 0 | 2,880 | 0 | 4 |
| Разработка способа оценки значений границ интервалов изменения гидродинамических параметров ПР | И | 5 | 5,800 | 7 | 0 | 6,96 | 0 | 9 |
| Разработка методик синтеза робастных регуляторов, обеспечивающих желаемое расположение полюсов системы | НР, И | 23 | 23,800 | 25 | 11,424 | 17,136 | 14 | 21 |
| Разработка методик синтеза адаптивно-робастных регуляторов, обеспечивающих желаемое расположение полюсов системы | НР, И | 2 | 2,400 | 3 | 0,720 | 2,160 | 1 | 3 |
| Построение математических моделей контуров регулирования параметров движения ПР | И | 3 | 3,400 | 4 | 0 | 4,080 | 0 | 5 |
| Оценка границ интервалов параметров математических моделей разработанным способом | И | 6 | 6,800 | 8 | 0 | 8,160 | 0 | 10 |
| Синтез робастных регуляторов контуров регулирования параметров движения ПР с использованием разработанных методик | И | 2 | 2,400 | 3 | 0 | 2,880 | 0 | 4 |

| | | | | | | | | |
|---|-------|----|-------|-----|--------|--------|----|-----|
| Синтез адаптивно-робастных регуляторов контуров | И | 4 | 4,800 | 6 | 0 | 5,760 | 0 | 8 |
| регулирования параметров движения с использованием разработанных методик | | | | | | | | |
| Моделирование совместной работы синтезированных контуров и оценка качества полученных результатов | И | 1 | 1,400 | 2 | 0 | 1,680 | 0 | 3 |
| Оформление расчетно-пояснительной записки | И | 6 | 6,400 | 7 | 0 | 7,680 | 0 | 10 |
| Подведение итогов | НР, И | 1 | 1,400 | 2 | 0,672 | 1,008 | 1 | 2 |
| Итого | | 80 | 90 | 105 | 16,248 | 91,752 | 22 | 119 |

Таблица 7 – Линейный график работ

| Этап | Исполн. | январь | | | | февраль | | | | март | | | | апрель | | | | май | | | | июнь | | | |
|--|-----------------|--------|---|---|---|---------|---|---|---|------|---|---|---|--------|---|---|---|-----|---|---|---|------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Постановка цели и задач исследования | НР (2) И (1) | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подбор источников и изучение основ гидродинамики НПА | И (20) | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подбор источников и изучение подходов к идентификации НПА и их ДРК | И (9) | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подбор источников и изучение подходов к робастному и адаптивному управлению НПА | НР (2) И (7) | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разработка и утверждение технического задания | НР (2) И (3) | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разработка способа декомпозиции многомерной математической модели процесса движения НПА с помощью введения интервальных параметров | И (4) | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разработка способа оценки значений границ интервалов изменения гидродинамических параметров НПА | И (9) | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разработка методик синтеза робастных регуляторов, обеспечивающих желаемое расположение полюсов системы | НР (14) | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |

6.5.2 Расчет накопления готовности проекта

Зная трудоемкость проекта в целом, а также трудоемкости отдельных его этапов, просчитаем нарастание технической готовности проекта по мере выполнения этапа. Степень готовности будем рассчитывать по формуле:

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{kj}}{TP_{общ}}$$

Где TP_{kj} - трудоемкость k -го этапа работ для j -го исполнителя; $TP_{общ}$ - общая

трудоемкость проекта для всех исполнителей; i, m – количество этапов работы

и исполнителей соответственно. Данные для расчета будем брать из столбцов 7 и 8 таблицы 6; результаты расчетов сведем в таблицу 8.

Таблица 8 – Нарастание технической готовности проекта

| Этап | Доля этапа в трудоемкости проекта, % | Степень готовности, % |
|---|--------------------------------------|-----------------------|
| Постановка цели и задач исследования | 1,56 | 1,56 |
| Подбор источников и изучение основ гидродинамики ПР | 15,11 | 16,67 |
| Подбор источников и изучение подходов к идентификации ПР и их ДРК | 6,44 | 23,11 |
| Подбор источников и изучение подходов к робастному и адаптивному управлению ПР | 6,44 | 29,56 |
| Разработка и утверждение технического задания | 2,67 | 32,22 |
| Разработка способа декомпозиции многомерной математической модели процесса движения ПР с помощью введения интервальных параметров | 2,67 | 34,89 |
| Разработка способа оценки значений границ интервалов изменения гидродинамических параметров ПР | 6,44 | 41,33 |
| Разработка методик синтеза робастных регуляторов, обеспечивающих желаемое расположение полюсов системы | 26,44 | 67,78 |
| Разработка методик синтеза адаптивно-робастных регуляторов, обеспечивающих желаемое расположение полюсов системы | 2,67 | 70,44 |
| Построение математических моделей контуров регулирования параметров движения ПР | 3,78 | 74,22 |

| | | |
|---|------|--------|
| Оценка границ интервалов параметров математических моделей разработанным способом | 7,56 | 81,78 |
| Синтез робастных регуляторов контуров регулирования параметров движения ПР с использованием разработанных методик | 2,67 | 84,44 |
| Синтез адаптивно-робастных регуляторов контуров регулирования параметров движения ПР с использованием разработанных методик | 5,33 | 89,78 |
| Моделирование совместной работы синтезированных контуров и оценка качества полученных результатов | 1,56 | 91,33 |
| Оформление расчетно-пояснительной записки | 7,11 | 98,44 |
| Подведение итогов | 1,56 | 100,00 |

6.6 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Расчет сметной стоимости выполнения комплекса работ производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные) расходы.

В процессе выполнения работ исполнители не несут командировочных расходов, расходов на оплату услуг связи; также нет необходимости использовать услуги сторонних организаций или арендованное имущество. Таким образом, необходимо рассчитать расходы

на материалы и покупные изделия, заработную плату исполнителей, социальный налог, расходы на электроэнергию, амортизацию и накладные расходы.

6.6.1 Расчет расходов на материалы и покупные изделия

Планируемые работы заключаются в проведении теоретических исследований и не предполагают проведения натурных экспериментов или изготовления устройств. В состав используемого для исследований оборудования входит только персональный компьютер, однако, его стоимость не входит в сумму затрат на материалы, так как компьютер был приобретен ранее, а не специально для проекта. Специфическое программное обеспечение удалось получить от производителей бесплатно по академической лицензии, следовательно, удалось избежать и этой части расходов. Таким образом, материальные затраты состоят из расходов на канцелярские принадлежности, расходные материалы для принтера.

В материальные затраты также входят транспортно-заготовительные расходы (ТЗР), обусловленные затратами на совершение сделок купли-продажи материалов, на их доставку к месту использования.

Обычно транспортно-заготовительные расходы оцениваются в 5...20% от цены материалов. Примем норму ТЗР $k_{ТЗР} = 0,2$.

С учетом сказанного выше, будем оценивать материальные затраты Z_M по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_{ТЗР}) \cdot \sum_{i=1}^m C_i N_i,$$

где C_i и N_i – цена и используемое количество i -го ресурса соответственно; m – количество используемых ресурсов.

Структуру и величину материальных затрат отобразим в таблице 9

Таблица 9 – Расчет затрат на материалы

| Наименование материалов | Цена за ед., руб. | Кол-во | Сумма |
|---------------------------------------|-------------------|--------|---------|
| Бумага для принтера, упак. 500 листов | 257 | 2 | 514 |
| Ручка капиллярная, шт. | 73 | 5 | 365 |
| Тетрадь общая формата А4, шт. | 97 | 5 | 485 |
| Папка-скоросшиватель, шт. | 73 | 3 | 219 |
| Мультифоры, упак. 100 шт. | 100 | 1 | 100 |
| Итого | | | 1683 |
| Итого (с учетом ТЗР) | | | 2019,60 |

6.6.2 Расчет заработной платы

Данная статья включает в себя заработную плату инженера и научного руководителя. Для расчета заработной платы инженера примем величину месячного оклада равную окладу инженера кафедры $МО = 7864,12p$; для расчета заработной платы руководителя примем величину месячного оклада равную окладу доцента, к.н. $МО = 23264,86p$.

Для дальнейшего расчета зарплаты необходимо вычислить среднедневную ставку с учетом среднего количества рабочих дней в месяце. Известно, что в 2016 году 300 рабочих дней, следовательно, среднее количество рабочих дней в месяце равно 25. Таким образом, среднедневная тарифная заработная плата $ЗП_{дн-м}$ рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-м} = \frac{МО}{25}.$$

Зная среднедневную заработную плату, на основании данных таблицы 6.2 можем вычислить основную заработную плату за период выполнения работ. Затем, учитывая премии, дополнительную заработную плату и районный коэффициент, можем рассчитать полную заработную плату $ЗП_{полн}$ по формуле:

$$ЗП_{полн} = ЗП_{дн-м} \cdot T_{рД} \cdot K_{пр} \cdot K_{доп} \cdot K_p,$$

где $T_{рД}$ – трудоемкость проекта для сотрудника в рабочих днях; $K_{пр} = 1,1$ – коэффициент премирования; $K_{доп} = 1,13$ – коэффициент дополнительной заработной платы для пятидневной рабочей недели; K_p

=1,3 – районный коэффициент. Выполним расчеты по приведенным формулам, результаты сведем в таблицу 10.

Таблица 10 – Затраты на заработную плату

| Исполнитель | Оклад, руб./мес. | Среднедневная ставка, руб./день | Затраты времени, раб. дни | Коэффициент | Фонд з/платы, руб. |
|-------------|------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|
| НР | 23264,86 | 930,59 | 17 | 1,62 | 15820,03 |
| И | 7864,12 | 314,57 | 92 | | 28940,44 |
| Итого | | | | | 44760,47 |

6.6.3 Расчет затрат на взносы во внебюджетные фонды

Взносы во внебюджетные фонды включают в себя сборы в пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования, фонд социального страхования. Затраты на эти взносы рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{вн.взн}} = k_{\text{взн}} \cdot Z,$$

где $k_{\text{взн}} = 0,3$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды; Z – расходы на заработную плату.

В нашем случае, размер взносов во внебюджетные фонды

$$\text{составляет: } Z_{\text{вн.взн}} = 0,3 \cdot 44760,47 = 13428,14 \text{ р.}$$

6.6.4 Расчет затрат на электроэнергию

В данной статье расходов учитываются затраты на электроэнергию, потребленную всем использованным в течение проекта оборудованием. Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}},$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность оборудования; $t_{\text{об}}$ – время работы оборудования; $C_{\text{э}} = 5,257 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}$ – цена 1кВт·ч электроэнергии. Время работы оборудования определяется по формуле:

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рД}} \cdot K_t,$$

где $T_{рД}$ – трудоемкость проекта в часах (рабочий день – 8 часов); K_t – коэффициент загрузки оборудования (равен доле рабочего времени, в течении которой использовалось оборудование; определяется исполнителем).

Для выполнения работ инженер использовал персональный компьютер и лазерный принтер. Определим затраты на потребленную оборудованием электроэнергию, результаты расчетов сведем в таблицу 11.

Таблица 11 – Затраты на электроэнергию

| Наименование оборудования | Мощность оборудования, кВт | K_t | Время работы оборудования, ч | Затраты на электроэнергию, руб. |
|---------------------------|----------------------------|-------|------------------------------|---------------------------------|
| Компьютер персональный | 0,350 | 0,80 | 588,800 | 1083,36 |
| Принтер лазерный | 3 | 0,002 | 1,472 | 23,22 |
| Итого | | | | 1106,58 |

6.6.5 Расчет амортизационных расходов

Амортизационные расходы рассчитываются по формуле:

$$C_{ам} = \frac{H_A \cdot Ц_{об} \cdot t_{рФ} \cdot n}{F_d}$$

где H_A – годовая норма амортизации оборудования; $Ц_{об}$ – стоимость единицы оборудования; $t_{рФ}$ – фактическое время работы единицы оборудования в ходе выполнения проекта; n – количество однотипных единиц оборудования; F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования.

При выполнении проекта использовались по одной единице двух видов оборудования: персональный компьютер и лазерный принтер. Оба типа оборудования входят в одну группу – вычислительная техника, следовательно, оба типа оборудования имеют одинаковый срок полезного использования – 2...3 года. Выберем срок полезного использования 2,5 года; тогда норма

амортизации составит 0,4. Цены компьютера и принтера равны 26000 рублей и 3500 рублей соответственно. Данные о времени использования возьмем из таблицы 6.7. Годовой фонд времени работы составляет 2400 часов. Воспользуемся приведенной формулой для расчета амортизационных расходов; результаты расчетов сведем в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчет амортизационных расходов

| Наименование оборудования | H_A, Γ^{-1} | $C_{OB}, \text{руб}$ | $t_{PФ}, \text{ч}$ | n | $F_D, \text{ч}$ | $C_{AM}, \text{руб}$ |
|---------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----|-----------------|----------------------|
| Компьютер персональный | 0,4 | 26000 | 588,8 | 1 | 2400 | 2551,47 |
| Принтер лазерный | 0,4 | 3500 | 1,472 | 1 | 2400 | 0,86 |
| Итого | | | | | | 2552,33 |

6.6.6 Расчет прочих расходов

В данной статье учитываются непредвиденные расходы, не учтенные при расчете других статей расходов. Обычно такие расходы принимают равными 10% от суммы всех расходов.

В данном случае, прочие расходы составляют:

$$\begin{aligned}
 C_{\text{проч}} &= (C_{\text{мат}} + C_{\text{зн}} + C_{\text{вн.взн}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{AM}}) \cdot 0,1 = \\
 &= (2019,60 + 44760,47 \\
 &+ 13428,14 + 1106,58 + 2552,33) \cdot 0,1 = 63867,12 \cdot 0,1 = 6386,71.
 \end{aligned}$$

6.6.7 Расчет общей себестоимости разработки

Вычислив сумму всех расходов на выполнение запланированных работ, рассчитаем общую себестоимость проекта. Результаты расчетов сведем в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет общей себестоимости проекта

| Статья затрат | Обозначение | Сумма, руб |
|------------------------------|------------------|------------|
| Материалы и покупные изделия | $C_{\text{мат}}$ | 2019,60 |

| | | |
|-------------------------------------|--------------|----------|
| Заработная плата | $C_{зп}$ | 44760,47 |
| Отчисления во внебюджетные фонды | $C_{вн.взн}$ | 13428,14 |
| Расходы на электроэнергию | $C_{эл.об.}$ | 1106,58 |
| Амортизационные отчисления | C_{AM} | 2552,33 |
| Непосредственно учитываемые расходы | $C_{пр}$ | 0 |
| Прочие расходы | $C_{проч}$ | 6386,71 |
| Итого | | 70253,83 |

6.6.8 Расчет прибыли, НДС и цены разработки НИР

Ввиду отсутствия информации для применения сложных методов расчета прибыли заложим в проект прибыль в размере 10% от себестоимости:

$$P = 0,1 \cdot C_{полн} = 7025,38 \text{ р.}$$

Рассчитаем НДС как 18% от суммы затрат на разработку и заложенной

прибыли:

$$НДС = (P + C_{полн}) \cdot 0,18 = 13910,26 \text{ р.}$$

Цена разработки НИР складывается из полной себестоимости, прибыли и НДС:

$$C_{НИР} = 70253,80 + 7025,38 + 13910,26 = 91189,47 \text{ р.}$$

7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данной ВКР представлена моделирование движения подводного робота . Робот оборудован 6 коллекторными двигателями постоянного тока.Основными задачами работы являются разработка СУ, алгоритма работы системы.

Результат - работа представляет собой прототип системы манипулирования подводного аппарата, алгоритмов и программного обеспечения, применяемого инженерами-проектировщиками при разработке телеуправляемых и автономных необитаемых подводных аппаратов.

Потенциальные пользователи этого решения является в первую очередь исследовательскими центрами, занимающиеся изучения Мирового океана, производство нефти и газ, а также университеты, занимающаяся проблемы морских технологий. В этих областях все устройство или операционная система может быть преобразована в едином визуальном положении для практической работы.

7.1 Производственная безопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 опасные и вредные производственные факторы делятся на 4 основные группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизические.

Рабочая зона объекта характеризуется рядом факторов:

- Вредные:
 - (1) уровень шума;
 - (2) уровень электромагнитных излучений;
- Опасные:
 - (1) электрический ток;

7.1.1 Уровень шума

Важным фактором, влияющим на организм человека и на качество выполняемой им работы, является шум. Шум – это беспорядочные колебания различной физической природы.

Шумы уровня 70-90 дБ при длительном воздействии оказывают отрицательное воздействие на нервную систему человека, оказывая психологическое воздействие. Шум может увеличивать содержание гормонов стресса в организме человека: адреналина и кортизола. Длительное присутствие этих гормонов в кровеносной системе приводит к физиологическим проблемам.

Шумы уровня 85-90 дБ отрицательно влияют на слух человека. После воздействия таких шумов человек может испытывать недомогание: головную боль, тошноту, головокружение, повышенную раздражительность.

Шумы уровня более 100 дБ приводят к снижению слуха и могут стать причиной его частичной или полной потери .

При выполнении работ, описанных выше, специалист может оказаться под шумовым воздействием со стороны оборудования, находящегося в рабочем помещении: персональные компьютеры, печатающие устройства, оборудование поддержки микроклимата (кондиционеры, вентиляция) и прочее.

Работы, выполняемые специалистом, оцениваются как научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, следовательно, согласно СН2.2.4/2.1.8.562-96 эквивалентный уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 50дБА.

Наиболее эффективная защита от промышленных шумов находится на этапе архитектурного проектирования с помощью офисных макетов и специальных строительных и строительных решений для рабочего места. В качестве дополнительной меры для предотвращения шума вы можете использовать различные звукоизоляционные корпуса, звуконепропускаемые экраны, звукопоглощающие декоративные материалы.

7.1.2 Уровень электромагнитных излучений

Персональный компьютер – источник переменных электрических и магнитных полей, в частности экран монитора компьютера. Электромагнитное поле, создаваемое ПК, имеет сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц, и в том числе мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана при любых положениях ПК не должна превышать 100 мкР/час.

Таблица 7. 1 – Допустимые уровни напряженности электромагнитных полей при работе с персональными электронно-вычислительными машинами:

| Параметры воздействия, частота излучения | Допустимые значения |
|---|----------------------------|
| Статическое поле | 20 000 В/м |
| На расстоянии 50 см вокруг | |

| | |
|---|----------|
| - диапазон частот 5Гц – 2кГц | 25 В/м |
| - диапазон частот 2 – 400 кГц | 2,5 В/м |
| Переменное поле на расстоянии 50 см вокруг | 0,25 А/м |
| Магнитная индукция не более | |
| - диапазон частот 5 Гц – 2кГц | 250 нТл |
| - диапазон частот 2 – 400 кГц | 25 нТл |
| Поверхностный электростатический потенциал не более | 500 В |

Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать респираторную, нервную и сердечно-сосудистую систему, головные боли и усталость.

Чтобы защитить людей от электромагнитных полей, рекомендуется установить защитный фильтр на экран монитора. Чтобы защитить соседние рабочие места, между верстаками должны быть установлены защитные экраны с поглощающими низкочастотные электромагнитные излучения.

7.1.3 Электрический ток

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий, а также средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и

рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

Методы защиты от воздействия статического электричества:

- влажная уборка, чтобы уменьшить количество пылинок в воздухе и на предметах офиса;
- использование увлажнителей воздуха;
- защитное заземление;
- применение средств индивидуальной защиты, таких как антистатические спреи и браслеты.

Допустимый ток частотой 50 Гц при длительности воздействия более 10 секунд составляет 2 мА, а при длительности 10 секунд и менее – 6 мА. Для переменного тока эта величина соответственно равна 10 и 15 мА.

Методы защиты от опасности поражения электрическим током:

- электрическая изоляция токоведущих частей (сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм);
- ограждение токоведущих частей, которые работают под напряжением;
- использование малых напряжений, например, не более 50 В;
- электрическое разделение сетей на отдельные короткие участки;
- защитное заземление и зануление;
- применение средств индивидуальной защиты, таких как плакаты и знаки безопасности, изолирующие подставки, указатели напряжения.
-

7.2 Экологическая безопасность

Для обеспечения экологической безопасности процесса необходимо обеспечить, чтобы целевая атмосфера, водный поло и литосфера не проводил активные операции с производственной деятельностью.

При использовании ПК он может иметь следующие типы негативных воздействий на окружающую среду:

- Двуокись углерода выбрасывается в атмосферу и выделяет тепло при пожарах;
- Загрязнение почвы при обращении с старыми ПК.

ПК после завершения использования (срока эксплуатации) можно отнести к отходам электронной промышленности. Переработка такого рода отходов осуществляется разделением на однородные компоненты, химическим выделением пригодных для дальнейшего использования компонентов и направлением их для дальнейшего использования: кремний, алюминий, золото, серебро, редкие металлы.

Пластмассовые части ПК утилизируются при высокотемпературном нагреве без доступа воздуха. ПК может содержать: тяжелые металлы, печатные платы с замедлителями горения, которые при горении могут выделять опасные диоксиды. Для опасных отходов используют теплоту сжигания, то есть специальные печи, такой способ не исключает образования токсичных выбросов.

Отходы, которые не подлежат переработке, утилизации и вторичному использованию, подлежат захоронению на полигонах или в почве. Большое значение имеют нормативы предельно допустимых концентраций токсичных веществ в почве (ПДКп, мг/кг) в соответствии с .

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При работе с персональным компьютером может произойти короткое замыкание, т.к. он работает от сети.

Согласно выделяются следующие категории помещений:

- А : повышенная пожароопасность;
- Б : взрывопожароопасность;
- В 1-В4: пожароопасность;
- Г : умеренная пожароопасность;
- Д : пониженная пожароопасность.

Помещения, оборудованные персональными компьютерами, относятся к категории Д: помещения, в которых находятся негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Для предотвращения пожара необходимо:

- Вовремя выявлять и устранять неисправности;
- не использовать открытые обогревательные приборы;
- сотрудники должны пройти инструктаж по технике безопасности.

Вынужденная эвакуация происходит при нарастании опасности от пожара. Чтобы процесс эвакуации происходил быстро и организованно, в здании помещают устройства эвакуационных путей и выходов, число, размеры и конструктивно-планировочные решения которых регламентированы строительными нормами .

Для тушения пожаров в помещении должен быть установлен углекислотный огнетушитель типа ОУ-5. Также помещение и этаж следует оборудовать датчиками задымленности и системой оповещения возникновения возгорания.

Эвакуацию необходимо проводить в соответствии с планом эвакуации, представленном на рисунке 3.1:

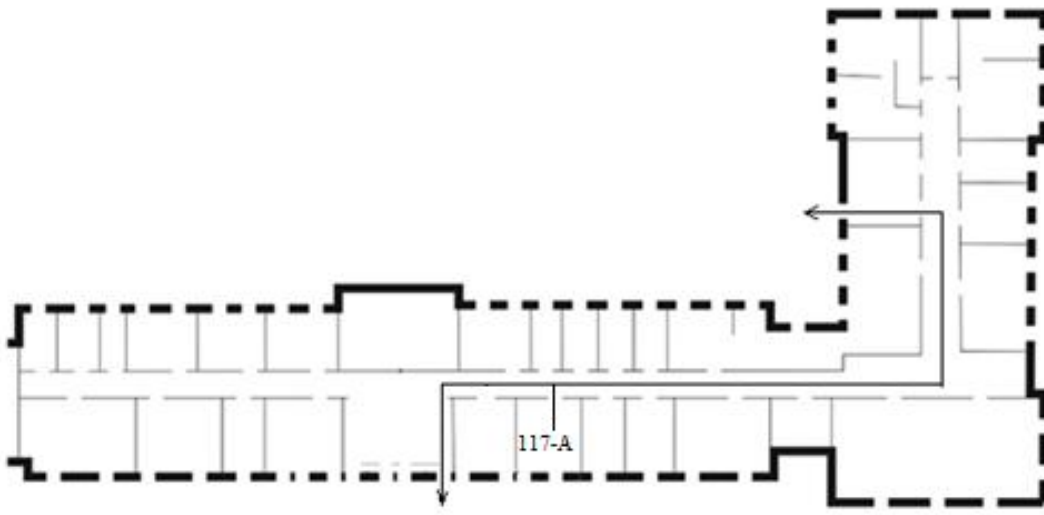


Рисунок 3.1 — План эвакуации при пожаре и других ЧС из помещений учебного корпуса №10, пр. Ленина, 2, 1-й этаж

7.4 Организационные мероприятия по обеспечению безопасности

Рабочие места, оборудованные персональными компьютерами, должны располагаться по отношению к световым проемам таким образом, чтобы естественный свет падал с боковой стороны, преимущественно слева.

Расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно составлять не менее 1,2 м, расстояние между экраном монитора и задней частью другого монитора – не менее 2 м.

Рабочий стол может быть любой конструкции, которая отвечает современным требованиям эргономики и позволяет удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы. Целесообразно применение столов, имеющих отдельную от основной столешницы специальную рабочую поверхность для размещения клавиатуры. В случае, когда используется стол с нерегулируемой высотой рабочей поверхности, его высота должна быть в пределах от 680 до 800 мм. Глубина рабочей поверхности стола должна составлять 800 мм, ширина – 1600 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм, на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула или кресла должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы работника и позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины. Рабочий стул или кресло должны быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной поверхности, отделенной от основной столешницы.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм .

7.5 Правовые нормы трудового законодательства

Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др.

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Для работников, работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов.

Возможно установление неполного рабочего дня для беременной женщины; одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до четырнадцати лет (ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет) . Оплата труда при этом производится пропорционально отработанному времени. Ограничений продолжительности ежегодного основного оплачиваемого отпуска, исчисления трудового стажа и других трудовых прав при этом не имеется.

При работе в ночное время, продолжительность рабочей смены должна составлять на один час меньше. К работе в ночные смены не допускаются

беременные женщины; работники, не достигшие возраста 18 лет; женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды, работники, имеющие детей-инвалидов, а также работники, осуществляющие уход за больными членами их семей в соответствии с медицинским заключением, матери и отцы одиночки детей до пяти лет .

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

Работнику в течение рабочего дня должен предоставляться, перерыв не более 2 часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с письменного согласия работника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы выполнения были достигнуты результаты, перечисленные ниже:

- Построены математические модели движения ПР .
- Построены математические модель ДРК.
- Составлены структурные схемы каналов управления ПР .
- Составлены моделирование движения ПР в MATLAB .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНИИ

1. Словарь морских терминов. Манипулятор подводного аппарата.[Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. URL:<https://www.korabel.ru/dictionary/detail/796.html>. Заглавие с экрана. – Язык русс. – Дата обращения: 04.05.2017 г.

2. Ян Кумминс, Джон Бизант. Shell шокирует мир. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. URL: http://www.dol.it.net/author/8583/ebook/31390/kummins_yan/Shell_shokiruet_mir/read/13. Заглавие с экрана. – Язык русс. – Дата обращения: 08.05.2017 г.

3. Бобков В.А., Борисов Ю.С. Навигация подводного аппарата на малых дистанциях до оптической информации // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. №2. С.75-78.

4. Илларионов Г.Ю. Необитаемые подводные аппараты и их системы. Владивосток: Дальневосточный университет, 1990. – 56с.

5. Илларионов Г.Ю., Сидоренков В.В., Потапов А.С. Противоминные необитаемые подводные аппараты. Владивосток: Дальневосточный университет, 1991. – 115с.

6. Инзарцев А.В., Киселев Л.В., Матвиенко Ю.В. Рылов Н.И. Навигационно-управляющий комплекс многоцелевого автономного подводного робота

7. особенности его применения в высоких широтах Арктики / Научное и техни-ческое обеспечение исследований и освоения шельфа Северного Ледовитого океана. Новосибирск. 2010. С.13-18.

8. Филаретов В.Ф., Кацурин А.А., Пугачев Ю.А. Метод полуавтоматического комбинированного управления манипулятором с помощью подвижной телекамеры // Мехатроника, автоматизация, управление. 2009. №2. С.38-45.

9. Филаретов В.Ф., Юхимец Д.А. Синтез систем автоматического формирования программных сигналов управления движением подводного аппарата по сложным пространственным траекториям // Известия РАН. Теория и системы управления. 2010. №1. С.90-107.

10. Ястребов В.С., Филатов А.М. Системы управления движением робота. – М.: Машиностроение, 1979. – 176 с.

11. Bessa W.M., Dutra M.S., and Kreuzer E. Depth control of remotely operated underwater vehicles using an adaptive fuzzy sliding mode controller, Robot Au-tomation Systems, vol. 56, 2008, pp. 670-677.

12. Eustice R., Pizzaro O. Hanuman Singh Visually augmented navigation for autonomous underwater vehicles // IEEE Journal oceanic engineering. 2009. 1-18 p.

13. Filaretov V.F., Konoplin A. Yu., Konoplin N. Yu. Method of synthesis of Automatic Correction Systems of Underwater Vehicles Linear Displacements // 25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation. Vi-enna. 26 November 2014.

14. McLain T. W., Rock S. M., Lee M. J. Experiments in the coordinated control of an underwater arm/vehicle system. Autonomous Robots, vol. 3, 1996. #2-3, pp. 213-232.

15. Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс] URL:http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7787 446

16. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.О

17. ГН 2.2.6 – 709 – 98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов – продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны.

18. СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

19. СНиП 2.01.02-85 «Противопожарные нормы».

20. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

21. Инзарцев А.В., Киселев Л.В., Матвиенко Ю.В. Рылов Н.И. Навигационно-управляющий комплекс многоцелевого автономного подводного робота и особенности его применения в высоких широтах Арктики / Научное и техни-ческое обеспечение исследований и освоения шельфа Северного Ледовитого океана. Новосибирск. 2010. С.13-18.