**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра КСУ**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**по дисциплине «ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**

Тема:

**Вариант 12**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 4491 | Пономарев Д.А. |  |
| Преподаватель | Ветчинкин А.С. |  |

Санкт-Петербург

2018

Задание на курсовую работу

Студент: Пономарев Д.А.

Группа: 4491

Тема работы:

Исходные данные представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 - Вариант курсового расчета

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант задания курсового расчета | Вариант параметров математической модели судна | Косвенный метод решения задачи оптимизации |
| 12 | 1 – 8 | Использование стандартного полинома П2.1 |

Таблица 2 - Вариант математической модели судна

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Обозначение | Вариант судна |
| 4 |
| Скорость хода | , м/сек | 6.17 |
| Длина по ватерлинии | , м | 39 |
| Коэффициенты математической модели |  | -0.69 |
|  | 6.14 |
|  | 1.22 |
|  | -3.12 |
|  | -0.44 |
|  | -3.1 |



Таблица 3 - П2.1 Биноминальные полиномы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 1 | 2 | 1 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 1 |  |  |  |  |  |
| 4 | 1 | 4 | 6 | 4 | 1 |  |  |  |  |
| 5 | 1 | 5 | 10 | 10 | 5 | 1 |  |  |  |
| 6 | 1 | 6 | 15 | 20 | 15 | 6 | 1 |  |  |
| 7 | 1 | 7 | 21 | 35 | 35 | 21 | 7 | 1 |  |
| 8 | 1 | 8 | 28 | 56 | 70 | 56 | 28 | 8 | 1 |

Дача сдачи реферата:

Дата защиты реферата:

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Пономарев Д.А.

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ветчинкин А.С.

Аннотация

В данной курсовой работы происходит

Summary

In this course work

Оглавление

[Задание на курсовую работу 2](#_Toc530326545)

[Аннотация 3](#_Toc530326546)

[Summary 3](#_Toc530326547)

[Список обозначений и сокращений 5](#_Toc530326548)

[Введение 6](#_Toc530326549)

[1. Математическое описание объекта управления 7](#_Toc530326550)

[2. Математическая формулировка цели управления 9](#_Toc530326551)

[3. Выбор метода решения оптимизационной задачи 10](#_Toc530326552)

[4. Оценка вариантов решения задачи 11](#_Toc530326553)

[Заключение 12](#_Toc530326554)

[Список литературы 13](#_Toc530326555)

[Приложение 14](#_Toc530326556)

Список обозначений и сокращений

ап

Введение

Курсовой расчет предназначен для ознакомления с процессом проектирования алгоритма управления динамическим объектом на примере водоизмещающего судна.

Проектирование алгоритма управления состоит из следующих этапов:

- математическое описание объекта управления

- математическая формулировка цели управления

- выбор метода решения поставленной оптимизационной задачи

- оценка вариантов решения задачи

1. Математическое описание объекта управления

Динамика судна, как и любого физического тела, подчиняется второму закону Ньютона. Силы и моменты, действующие на судно, в свою очередь, описываются законами гидродинамики. Соотношения между кинематическими параметрами движения ( - угол рыскания,  - угловая скорость рыскания,  - угол дрейфа,  - угол перекладки руля) показаны на рисунке 1.

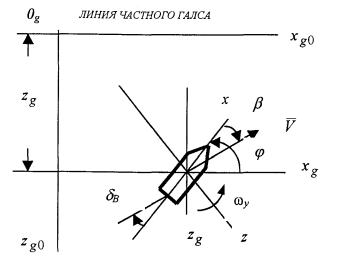


Рисунок 1 – соотношения между кинематическими параметрами

В общем случае, зависимость сил и моментов, действующих на судно от параметров движения носит нелинейный характер. Однако предположение о малых значениях угла дрейфа и угловой скорости рыскания и постоянстве линейной скорости движения судна позволяют линеаризовать эти зависимости и описать динамику в виде системы линейных дифференциальных уравнений относительно углов рыскания, дрейфа, угловой скорости рыскания, угла перекладки руля и одного нелинейного соотношения, отражающего тот факт, что руль не может поворачиваться на произвольный угол при произвольном сигнале управления. Для большинства современных судов максимальный угол перекладки руля равен 35°. Упомянутые соотношения, записанные относительно нормированного времени , имеют вид (1). При записи (1), кроме предположений о малости углов не учитывалось действие на судно ветро-волновых возмущений. т.е. математическая модель (1) соответствует движению судна на тихой воде.

 (1)

где:  - относительная скорость рыскания;  - угол дрейфа;  - угол перекладки руля.

Математическая модель судна в натуральном времени записывается в виде (2).

 (2)

Соотношение между параметрами (1) и (2) имеет вид (3).

 (3)

Значение нормирующей частоты  вычисляется по данным таблицы П 1.1, содержащей варианты параметров математических моделей судов.

2. Математическая формулировка цели управления

При выполнении настоящей курсовой работы требуется спроектировать алгоритм управления рулем судна, который обеспечивает минимальное время устранения начального значения угла рыскания равного 10°.

3. Выбор метода решения оптимизационной задачи

Метод решения задачи выбран исходя из исходных данных варианта - метод стандартного полинома - биноминальные полином.

Подобно минимизации интегрального квадратичного функционала задача назначения заданного расположения собственных чисел системы управления (задача модального управления) не эквивалентна задаче максимального быстродействия. Однако и в этом случае возможно приближение к основной задаче за счет поиска соответствующего значения нормирующей частоты выбранного стандартного полинома.

Таким образом, задача модального управления рассматривается как задача поиска такого значения нормирующей частоты выбранного стандартного полинома, которая соответствует минимуму времени переходного процесса по углу рыскания. Эта задача является задачей одномерной оптимизации и может быть решена с помощью MATLAB функции FMINSEARCH.

Для обеспечения решения задачи FMINSEARCH должна ссылаться на функцию, которая вычисляет время переходного процесса, соответствующее текущему значению нормирующей частоты стандартного полинома. Для вычисления времени переходного процесса первоначально вычисляются коэффициенты стандартного полинома, соответствующие текущему значению нормирующей частоты. Затем вычисляются корни полученного полинома, которые рассматриваются в дальнейшем как желаемые корни замкнутой системы управления. Операция вычисления корней может быть выполнена с помощью MATLAB функции ROOTS. Затем по известной математической модели объекта управления и желаемым корням характеристического уравнения замкнутой системы вычисляются параметры линейного алгоритма управления. Последняя операция может быть выполнена с помощью MATLAB функции ACKER. На последнем этапе с помощью ODE45 вычисляется массив значений угла рыскания и путем обработки массива значений угла рыскания определяется время переходного процесса.

4. Оценка вариантов решения задачи

Поскольку задача проектирования решается относительно приближенной математической модели объекта управления, представляется целесообразным проанализировать чувствительность полученных различными методами алгоритмов управления к изменению параметров объекта управления. Эту операцию предлагается выполнить методом моделирования.

Последним этапом курсового расчета является выбор одного из полученных алгоритмов для практической реализации путем сравнения по следующим показателям:

- степень достижения поставленной цели (время переходного процесса)

- сложность задач, решаемых на этапе проектирования

- сложность реализации алгоритма управления

- чувствительность основного показателя качества (времени переходного процесса) к изменению параметров математической модели объекта управления.

Заключение

Список литературы

1. Методические указания к курсовому расчету «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ», Санкт–Петербург, 2013

2. Методические указания к лабораторным работам «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ», В. А. Зуев А. С. Ветчинкин, Санкт–Петербург, 2013

Приложение