|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ» |

Кафедра компьютерных технологий и программной инженерии

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ОТЧЁТ ПО ПРАКТИКЕ  ЗАЩИЩЁН С ОЦЕНКОЙ  Руководитель |  | | | |
| Ст. преп. |  |  |  | М.Д. Поляк |
| должность, уч. степень, звание |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

ОТЧЁТ ПО ПРАКТИКЕ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| вид практики | производственная | |
| тип практики |  | |
| на тему индивидуального задания | | Вывод управления для модели «хищник-жертва» |
|  | | | |
|  | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| выполнен | Кудряшовым Матвеем Михайловичем |
| фамилия, имя, отчество обучающегося в творительном падеже | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| по направлению подготовки | 09.03.04 |  | Программная инженерия |
|  | код |  | наименование направления |
|  | | | |
| наименование направления | | | |
| направленности |  |  |  |
|  | код |  | наименование направленности |
|  | | | |
| наименование направленности | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обучающийся группы № | 4031 |  |  |  | М.М.Кудряшов |
|  | номер |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

Санкт–Петербург 2023

Оглавление

[Вывод управления для модели «хищник-жертва с питанием» 3](#_Toc145084027)

[1. Модель и цель управления 3](#_Toc145084028)

[2. Дискретизация 3](#_Toc145084029)

[3. Вывод управления по методу АКАР 3](#_Toc145084030)

[Вторая модель для сверки 4](#_Toc145084031)

[1. Модель и цель управления 4](#_Toc145084032)

[2. Дискретизация 4](#_Toc145084033)

[3. Вывод управления по методу АКАР 5](#_Toc145084034)

[Реализация программы 5](#_Toc145084035)

[Выводы по результатам практики 7](#_Toc145084036)

[Список использованной литературы 7](#_Toc145084037)

# **Вывод управления для модели «хищник-жертва с питанием»**

# **Модель и цель управления**

* 1. **Модель**

«Хищник-жертва» с аддитивным управлением по жертвам:

* 1. **Цель управления**

, т.е. задачей управления является достижение видом целевой численности , где удобнее всего представить константой, не зависящей от времени: ;

# **Дискретизация**

* 1. **Описание модели**
  2. **Постановка задачи управления**

Цель:

или, если, т.е. не зависит от *k*:

# **Вывод управления по методу АКАР**

Уравнения Эйлера-Лагранжа:

Если данную модель и цель управление запустить в программе то она выдаст следующее:

*\*Примечание к формуле: в программе записано как*

Если провести упрощение, то формула примет вид как, управление посчитанное вручную.

Возьмём еще систему для проверки

## **Вторая модель для сверки**

# **Модель и цель управления**

* 1. **Модель**

«Хищник-жертва» с аддитивным управлением по хищникам:

* 1. **Цель управления**

, т.е. задачей управления является достижение видом целевой численности , где удобнее всего представить константой, не зависящей от времени: ;

# **Дискретизация**

* 1. **Описание модели**
  2. **Постановка задачи управления**

Цель:

или, если, т.е. не зависит от *k*:

# **Вывод управления по методу АКАР**

Уравнения Эйлера-Лагранжа:

Аналогично с предыдущей моделью, проверяем результат из программы:

*\*Примечание к формуле: в программе записано как*

.

## **Реализация программы**

Для начала работы нужно инициализировать переменные, которые будут использованы в будущем для решения:

import sympy  
# создаем символьные переменные  
a1 = sympy.symbols('a1')  
a2 = sympy.symbols('a2')  
h = sympy.symbols('h')  
t = sympy.symbols('t')  
x1 = sympy.Function('x1')(t)  
x2 = sympy.Function('x2')(t)  
b1 = sympy.symbols('b1')  
b2 = sympy.symbols('b2')  
T1 = sympy.symbols('T1')  
xx = sympy.symbols('xx') # xx это x1'  
u = sympy.Function('u')(x1 , x2) # управление

Затем, средствами SymPy задаем модель и цель управления, в качестве примера возьмем первую модель:

# задаем модель  
dx1 = a1 \* x1 - b1 \* x1 \* x2  
dx2 = -a2 \* x2 + b2 \* x1 \* x2 + u  
psi = x1 - xx # цель

Для дальнейшей работы нам нужно провести дискретизацию нашей модели по уравнению Эйлера

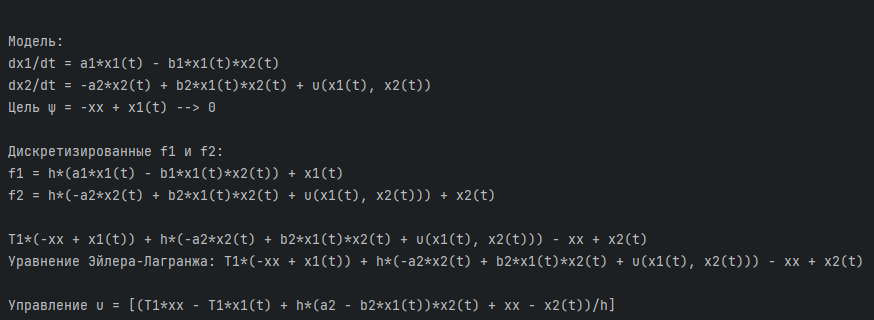
# Дискретизация модели  
f1 = x1 + h \* dx1  
f2 = x2 + h \* dx2

Задаем уравнение Эйлера-Лагранжа в дискретном виде:

lagrangian = T1 \* psi + f2 - xx

Используем функцию solve для нахождения управления:

u\_solution = sympy.solve(lagrangian, u)

Если запустить программу, будет выводиться следующее:

Ссылка на полный код программы : https://github.com/matveynis/praktika

## **Выводы по результатам практики**

В ходе выполнения практического задания была изучена библиотека SymPy и изучен метод АКАР.

## **Список использованной литературы**

1. [Лекция по методу АКАР в питоне/ Adaptive control - Lecture 6 / part 1 - Implementation of AKAR control system](https://www.youtube.com/watch?v=IdnvrD8C5Xc&list=PL_XIRbFzLkLVUqyL7f15Hg-cOIC5mWcHo&index=6)
2. Статья Колесниковой С.И. : Синтез системы управления нелинейным объектом второго порядка с неполным описанием (Автоматика и телемеханика №9 2018)
3. Методическое пособие от преподавателя
4. [Методическое пособие по библиотеке SymPy](https://pythonru.com/biblioteki/sympy-v-python#simplify)