

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра систем керування літальними апаратами
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Збруцький**
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ___ ” _____ 20__ р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності (спеціалізації) _____ **173 «Авіоніка»** _____
(код та назва спеціальності)

на тему: Система керування автоматичною посадкою безпілотною літака

Виконав: студент IV курсу, групи ВЛ-г61-1
(шифр групи)

_____ **Черненко Сергій Олександрович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ **к.т.н., Бурнашев Віталій Віталійович** _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____ _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____ **Маринощенко О.П.** _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	2
ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОЇ ПОСАДКИ ЛІТАКІВ.....	6
1.1. Огляд існуючих способів та засобів посадки ЛА	6
1.2. Аналіз новітніх методів синтезу законів керування посадкою ЛА (БПЛА).....	7
1.3. Способи автоматичної посадки БПЛА	9
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РУХУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАКА.....	15
2.1. Математичні моделі руху БПЛА	15
2.2. Математична модель руху БПЛА на етапі посадки	20
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПРИЗЕМЛЕННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАКА.....	25
3.1. Синтез експоненціальної траєкторії приземлення ЛА	25
РОЗДІЛ 4. СИНТЕЗ ЗАКОНІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАКА НА ТРАЄКТОРІЇ ПОСАДКИ	27
4.1. Розрахунок та синтез законів стабілізації на траєкторії посадки.....	27
РОЗДІЛ 5. ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	36
5.1. Розробка та перевірка імітаційної моделі системи керування	38
5.2. Синтез бажаної програмної траєкторії.....	40
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45

					<i>ВЛз61121.16.77.00.00ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Черненко С.О.</i>			<i>Система керування автоматичною посадкою безпілотною літака</i>	<i>Лім</i>	<i>Арк</i>	<i>Акрцшів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Бурнашев В.В.</i>				2	50	
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського каф. СКЛА Гр. ВЛ-з61-1</i>		
<i>Н. Контр !</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Збруцький О.В.</i>						

ВСТУП

Сучасний стан систем управління польотом можна віднести до найскладніших та найвимогливіших розділів авіації. В багатьох випадках ефективність технічних рішень та цільова ефективність літальних апаратів досягається саме за рахунок розвитку вітчизняної техніки та науки. В цьому розвитку перетинаються багаточисленні сфери нашого життя, що стимулюють такий розвиток. В першу чергу, це військова промисловість, аерокосмічна галузь, автомобілебудівна та інші сучасні галузі, що стимулюють розвиток економіки України.

Для забезпечення необхідних характеристик в системах керування використовуються самі найновіші досягнення теорії систем автоматичного керування, динаміки польоту, технічної кібернетики, програмування та інших наукових дисциплін. Такі розробки є дуже дорогими та використовують багато ресурсів та часу, що не дає змогу таким системам реалізуватися на безпілотних літальних апаратах (БПЛА) та літальних апаратах(ЛА) у яких найбільшою перевагою є низька ціна.

Таким чином, розробка законів керування для автоматичних систем всіх напрямків авіаційної техніки та систем імітації реального польоту набуває значної актуальності.

В дипломному проектуванні була змодельована, перевірена та налаштована імітаційна схема повздовжнього польоту в середовищі математичного моделювання MATLAB Simulink також були отримані закони керування посадкою ЛА та БПЛА по 2 траєкторіям з заданими в технічному завданні(ТЗ) характеристиками.

Такі системи керування посадкою ЛА знайдуть своє пристосування в першу чергу в керуванні БПЛА, коли діяльність людини може призвести до поломки, падіння чи пошкодження БПЛА, коли людина через поганий метеорологічний стан середовища, погану видимість, недостатній досвід

					ВЛз61121.16.77.00.00ПЗ	Лист
Змн.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		3

В четвертому розділі викладено синтез законів стабілізації безпілотного літака на траєкторії посадки.

В п'ятому розділі викладена перевірка розрахованих законів системи керування з допомогою імітаційного моделювання роботи.

					<i>ВЛз61121.16.77.00.00ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>5</i>

Синтезовані для таких літальних апаратів закони керування здатні виконати автоматичну посадку ЛА та малорозмірного ЛА по розглянутим програмним траєкторіям.

					<i>ВЛз61121.16.77.00.00ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>44</i>

9. *Петров В.И.* Некоторые вопросы автоматизации приземления самолета // Труды РИИГВФ им. Ленинского Комсомола. 1964. – Вып. 41. – С. 61–82.
10. *Бурнашев В.В., Збруцький А.В.* Синтез траєкторії вирівнювання літака в режимі автоматичного приземлення // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2008. – №1. – С. 81–87.
11. *Appendix B of Jan Roskam, Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls*, DARCorporation, 1995.
12. <https://www.bbc.com/russian/news-46989809> - [Електронний ресурс].
13. <https://avia.pro/blog/lockheed-martin-rq-170-sentinel> - [Електронний ресурс].
14. *Бесекерский В.А., Попов Е.П.* Теория систем автоматического регулирования.
15. *Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С.* Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов.
16. *Зайцев, Г. Ф.* Теория автоматического управления и регулирования [Текст] / Г. Ф. Зайцев. -К.:”Вища Школа”, 1988. -431 с.
17. <http://www.megginson.com/Aviation/roskam-coefficients.html#CDDe> - [Електронний ресурс].
18. *Белогородский С.Л.* Автоматизация управления посадкой самолета. – М.: Транспорт, 1972. – 352 с
19. *Боткин Н.Д., Кейн В.М., Пацко В.С., Турова В.Л.* Управление самолетом на посадке при сдвиге ветра. – П.: ПУТИ, 1989 - 235с.
20. *Боткин Н.Д., Пацко В.С., Турова В.Л.* Разработка алгоритмов построения экстремальных ветровых возмущений. – С.: ИММ УрО АН СССР, 1987 - 57с.

21. *Michael J. Hensch, Jack N. Nielsen Tactical Missile Aerodynamics.*
Переклад з англійської під редакцією к.ф.м. А.Д. Хонькина «Введение в
аэродинамику ракет».

					ВЛз61121.16.77.00.00ПЗ	Лист
Змн.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		47