

УДК 629.7.05
ББК 39.52:39.57
М18

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/6912/>

Факультет «Информатика и системы управления»
Кафедра «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

- М18 Малахов, А. А.** Расчет параметров системы «летательный аппарат — автопилот» с использованием MATLAB и SIMULINK (продольное движение) : учебное пособие. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. — 201, [3] с.

ISBN 978-5-7038-5463-1

Учебное пособие содержит примеры использования вычислительной системы MATLAB и среды SIMULINK для анализа свойств системы «летательный аппарат — автопилот» и расчета параметров автопилота в рамках изучения дисциплины «Системы автоматического управления летательными аппаратами». Может быть рекомендовано для освоения приемов работы в системе MATLAB и среде SIMULINK при тренинге, выполнении домашних заданий, а также курсового и дипломного проектирования.

Предназначено для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами», прежде всего специализаций 04 «Приборы систем управления летательных аппаратов», 05 «Автоматы стабилизации систем управления летательных аппаратов», 06 «Инерциальные навигационные комплексы систем управления летательных аппаратов», 07 «Прецизионные устройства систем управления летательных аппаратов», 08 «Технология приборов систем управления летательных аппаратов» кафедры ИУ-2 «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации».

УДК 629.7.05
ББК 39.52:39.57



Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте:
info@baumanpress.ru

ISBN 978-5-7038-5463-1

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020

Оглавление

Предисловие	3
Принятые сокращения	6
Введение	7
Глава 1. Анализ свойств летательного аппарата (самолета) в продольном движении	9
§ 1.1. Уравнения движения и передаточные функции, необходимые для расчетов	9
§ 1.2. Анализ характеристик устойчивости и управляемости летательного аппарата	13
§ 1.3. Корневой метод анализа	20
§ 1.4. LTI-системы и анализ характеристик летательного аппарата с использованием пакета Control System Toolbox	22
§ 1.5. Работа с передаточными функциями	23
§ 1.6. Расчет параметров переходного процесса. Функция step и анализ свойств модели	29
§ 1.7. Функции анализа свойств динамических систем	36
§ 1.8. Анализатор линейных систем	40
§ 1.9. Представление модели продольного движения летательного аппарата в пространстве состояний	44
§ 1.10. Создание SS-модели в MATLAB	47
§ 1.11. Расчет нормальной перегрузки	52
§ 1.12. Анализ длиннопериодического движения самолета	55
Контрольные вопросы	64
Глава 2. Расчет параметров автоматов обеспечения требуемых характеристик устойчивости и управляемости	65
§ 2.1. Демпфер тангажа	65
§ 2.2. Формирование модели летательного аппарата в среде визуального проектирования SIMULINK	76
§ 2.3. Simulink-модель системы «самолет — демпфер тангажа»	87
§ 2.4. Создание SS-модели в SIMULINK	88
§ 2.5. Автомат продольного управления	92
§ 2.6. Летчик в контуре ручного управления самолета	115
Контрольные вопросы	119
Глава 3. Автопилоты и системы автоматического управления самолета, расчет параметров и моделирование	120
§ 3.1. Автопилот тангажа	120
§ 3.2. Стабилизация высоты полета самолета с автопилотом угла тангажа	128
Контрольные вопросы	130
Глава 4. Включение рулевого привода в контур управления	131
§ 4.1. Модель рулевого привода (сервопривода)	131
§ 4.2. Модель сервопривода с жесткой отрицательной обратной связью	135

§ 4.3. Включение рулевого привода в модель «ЛА — автопилот тангажа»	138
Контрольные вопросы	142
Заключение	143
Литература	144
<i>Приложение 1. Уравнения движения самолета и исходные данные для моделирования</i>	145
<i>Приложение 2. Основы работы с системой MATLAB</i>	149
П2.1. Интерфейс системы MATLAB и расположение окон Current Folder, Editor, Workspace и Command Window	150
П2.2. Программирование в MATLAB, операторы, переменные, функции	154
П2.3. Редактор EDITOR, создание m-файла и отладка программ	158
П2.4. Работа с графическими окнами	164
П2.5. Справочная система HELP и системная документация DOC	167
П2.6. Модельно-ориентированное проектирование в SIMULINK	168
П2.7. Настройка решателя — Solver для Simulink-модели	170
П2.8. Интерактивное приложение Linear Analysys Tool	176
<i>Приложение 3. Примеры скриптов</i>	185
П3.1. Скрипт linear_model_21.m	185
П3.2. Скрипт linear_model_31.m	189
П3.3. Скрипт linear_model_41.m	194
П3.4. Скрипт linear_model_51.m	197