

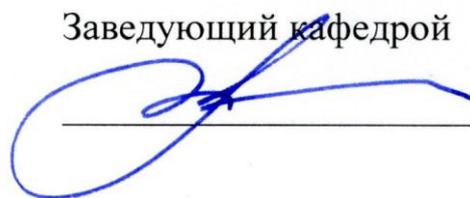
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева
Кафедра систем автоматического управления

Утверждено на заседании кафедры
«Системы автоматического управления»
«26» января 2022 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой



О.В.Горячев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Электропривод летательных аппаратов и средств их подготовки»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы специалитета**

по специальности

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

со специализацией

Системы управления движением беспилотных летательных аппаратов

Форма обучения: очная

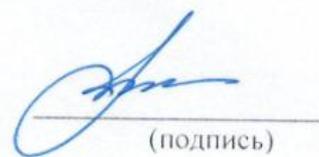
Идентификационный номер образовательной программы: 240506-01-22

Тула 2022 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Горячев Олег Владимирович, зав. каф. САУ, д.т.н., проф.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является - приобретение студентом знаний, умений и навыков в области методов, способов и средств, решения вопросов анализа и синтеза электрических приводов, используемых в системах управления высокоточных комплексов.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных разделов современной теории электрического следящего привода, силовых систем электрических приводов с различными типами исполнительных электрических двигателей, усилительно-преобразующих и информационно-измерительных устройств электрических приводов;
- приобретения умения и навыков разработки математических моделей силовых систем электрических приводов с различными типами электрических двигателей;
- приобретение навыков и способов теоретического и экспериментального исследования характеристик электрических приводов высокоточных комплексов с различными типами исполнительных электрических двигателей.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 7 семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- основные типы и характеристики электрических исполнительных двигателей, типовые датчики обратной связи, статические и динамические характеристики силовых агрегатов принципы построения электроприводов ЛА (код компетенции - ПСК-9.2);
- основные типы приводов, используемых в ЛА, обобщенную функциональную схему следящего привода ЛА (код компетенции - ПСК-9.1);.

Уметь:

- выбирать различные типы электрических приводов для конкретных систем (код компетенции - ПСК-9.2);
- производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем приводов ЛА (код компетенции - ПСК-9.1).

Владеть:

- теоретическими и экспериментальными методами исследования приводов ЛА (код компетенции - ПСК-9.2);
- методами анализа и синтеза корректирующих устройств электрических приводов ЛА, оценивать при лабораторных и натурных испытаниях результаты аналитического конструирования систем управления приводов ЛА (код компетенции - ПСК-9.2).

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
7	Э	4	144	32	-	32	-	2	0,25	77,75
Итого	-	4	144	32	-	32	-	2	0,25	77,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
7 семестр	
1	Применение электрических приводов в системах управления летательными аппаратами. Принцип действия и блок-схема следящего электропривода
2	Коллекторный двигатель постоянного тока
3	Бесконтактный двигатель постоянного тока
4	Система «Импульсный усилитель - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением»
5	Усилительно-преобразовательные устройства следящего электропривода с импульсным управлением
6	Статические, динамические и энергетические характеристики реверсивных и нереверсивных ЭСП, работающих по системе «Импульсный усилитель - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением»
7	Укрупненные принципиальные схемы ЭСП. Основные усилительно-преобразовательные устройства ЭСП с импульсным управлением
8	Математическая модель обобщенной двухфазной электрической машины
9	Система математических моделей на основе теории обобщенных векторов в приведенных системах координат

№ п/п	Темы лекционных занятий
10	Следящий привод переменного тока. Принцип работы и основные характеристики асинхронных трехфазных двигателей при управлении частотой и напряжением статора
11	Следящий электропривод переменного тока с частотным управлением; область их использования в технике; характеристики
12	Следящий электропривод переменного тока частотно-токового управления; область их использования в технике; характеристики. Следящий электропривод переменного тока векторного управления; область их использования в технике; характеристики
13	Энергетический анализ объектов регулирования и выбор исполнительных элементов ЭСП. Задачи и основные этапы энергетического расчета электрических следящих систем
14	Основные законы движения объектов регулирования: гармонический закон, закон "arctg", движение объекта регулирования в режиме переброски
15	Выбор исполнительного элемента по энергетическим характеристикам объекта регулирования
16	Определение передаточного числа редуктора и проверка выбранного исполнительного двигателя

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
7 семестр	
1	Вводное занятие. Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ в лаборатории. Общий обзор лабораторных работ. Изучение электро- и радио-измерительных приборов, используемых в лабораторном практикуме, под руководством преподавателя
2	Изучение конструкций механических частей электрических следящих приводов
3	Изучение принципа действия, конструкции и характеристик бесконтактного двигателя постоянного тока
4	Изучение импульсного способа управления скоростью вращения двигателя постоянного тока.
5	Исследование статических и энергетических характеристик систем "импульсный усилитель - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением".
6	Изучение принципа действия и характеристик реверсивного следящего привода, работающего по системе «Транзисторный импульсный усилитель - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением»
7	Изучение принципа действия и характеристик реверсивного следящего привода, работающего по системе «Транзисторный импульсный усилитель - двигатель постоянного тока с независимым возбуждением» (виртуальная)

№ п/п	Наименования лабораторных работ
8	Исследование характеристик ЭСП переменного тока частотного управления
9	Проектирование контура управления приводом постоянного тока (виртуальная)

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
7 семестр	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Оформление отчётов по лабораторным работам
3	Подготовка реферата
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	14
		Выполнение лабораторной работы №1	4
		Выполнение лабораторной работы №2	4
		Выполнение лабораторной работы №3	4
		Выполнение лабораторной работы №4	4
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	15
		Выполнение лабораторной работы №5	3
		Выполнение лабораторной работы №6	3
		Выполнение лабораторной работы №7	3
		Выполнение лабораторной работы №8	3
		Выполнение лабораторной работы №9	3
Итого	30		

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуются:

- мультимедийный класс, оборудованный интерактивной доской, проектором и ПК; (лекционные и практические (семинарские) занятия);
- оборудование «Лаборатории электрических следящих приводов» кафедры САУ, с источниками питания: переменного тока 220В, 50Гц; 36В 400Гц; постоянный ток 27В (лабораторные работы).

Для проведения лабораторных занятий рабочее место преподавателя должно быть оснащено видеопроектором и ноутбуком с установленным набором специализированного программного обеспечения. Рабочие места студентов должны быть оснащены персональными компьютерами с предустановленным программным обеспечением, включающим программный пакет MATLAB, и программу для проведения тестирования Tester, а также специализированным стендовым оборудованием, включающим:

- стенд «Привод переменного тока ЭА-ПШМ 31-01В7СХЛЧ» – 1 шт.;
- стенд «Бесконтактный двигатель постоянного тока (БДПТ) – 2 шт.;
- стенд для снятия статических характеристик систем импульсный усилитель - двигатель «СТХ-3» – 1 шт.;
- стенд для снятия энергетических характеристик систем импульсный усилитель - двигатель «СТХ-3Э» – 2шт.
- стенд «ЭСП (Исследование функционирования и динамических характеристик системы «импульсный усилитель - двигатель постоянного тока с независимым управлением» – 1 шт.;
- стенд «ИИСУ-ДПТ (Исследование импульсного метода управления двигателем постоянного тока» – 1 шт..

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Рабинович Л.В. Динамика систем приводов: Уч. пособие - М.:БИБЛИО-ГЛОБУС, 2016. 266с. :ил.
2. Терехов, В.М. Системы управления электроприводов : учебник для вузов / В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова .— М. : Академия, 2005 .— 304с.
3. Елецкая, Галина Павловна. Электромеханические устройства мехатронных систем : учеб. пособие / Г. П. Елецкая, Н. С. Илюхина, А. П. Панков ; ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2018 .— 224 с.
4. Чемоданов, Б.К. Следящие приводы: В 3 т. Т.2. Электрические следящие приводы/Е.С. Блейз , В.Н. Бродовский, В.А. Введенский и др. / Под ред. Б.К. Чемоданова .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 .— 979с. : ил.
5. Основы расчета и проектирования мехатронных модулей систем наведения и стабилизации,/ О.В. Горячев [и др.] Тула: Изд-во ТулГУ, 2011 – 233 с.
6. Кириллов А.А. Основы электропривода летательных аппаратов: Учебное пособие для вузов. – Москва: Библио-глобус, 2013. – 208с.

7.2 Дополнительная литература

1. Копылов, И.П. Электрические машины : Учеб. пособие для вузов / И.П. Копылов .— 3-е изд.,испр. — М. : Высш. шк., 2002 .— 607с. : ил.
2. Розанов Ю.К. Электронные устройства электромеханических систем: Учеб. пособие для вузов / Ю. К. Розанов, Е.М. Соколова. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 272 с.: ил.
3. Алиев, И.И. Электротехнический справочник / И.И. Алиев .— 4-е изд.,испр. — М. : РадиоСофт, 2002 .— 393с. : ил.
4. Алиев, И.И. Электрические аппараты : справочник / И.И. Алиев, М.Б. Абрамов .— М. : ИП РадиоСофт, 2007 .— 256с. : ил.

Периодические издания:

1. Журнал "Мехатроника, автоматизация, управление"
2. Журнал " Приводная техника"
3. Методические указания имеются как в бумажном виде в методическом кабинете кафедры САУ, так и в электронном виде в единой кафедральной информационной базе (URL: \\Saurroot2k-r\КафедраСАУ).

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.exponenta.ru> – интернет-ресурс, посвященный вопросам математического моделирования в системе MATLAB.
2. <http://www.elibrary.ru> – научная электронная библиотека в области науки, технологии

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис».
3. Пакет прикладных математических программ Matlab или его свободно распространяемый аналог Scilab.

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.