

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)
Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой КСУП
_____ Ю.А.Шурыгин
" ____ " _____ 2018 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

по дисциплине

Электрооборудование летательных аппаратов

Для магистрантов, обучающихся
по направлению 27.04.04 Управление в технических системах

Составители:
профессор кафедры КСУП, д.т.н.
доцент кафедры КСУП, к.т.н.
доцент кафедры КСУП, к.т.н.

Шурыгин Ю.А.
Рулевский В.М.
Коцубинский В.П.

" 20 " апреля 2018 г

Томск 2018 г.

Содержание

Введение.....	2
Общие требования.....	2
Техническое обеспечение практических работ.....	3
Прием результатов выполнения практических заданий	4
Общие сведения о электрооборудовании летательных аппаратов	5
Задания для практических занятий	11
Типовые задания на практическую работу.....	12
Литература	12

Введение

Практические занятия предназначены для закрепления материала, полученного в лекционном курсе и получения практических навыков по работе систем энергообеспечения летательных аппаратов.

Общие требования

Практические занятия проводятся согласно учебному расписанию отдельно для каждой группы студентов очной формы обучения. В ходе практических занятий студент выполняет практическое задание, полученное от преподавателя. Практические задания выполняются студентами очной формы обучения индивидуально под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем. Для успешного выполнения практических заданий целесообразно в учебном расписании для практических занятий выделять 4 академических часа подряд, без больших перерывов.

Во время проведения практических занятий студентам в аудитории (лаборатории) запрещается:

- Разговаривать между собой на любые темы без разрешения преподавателя.
- Консультировать друг друга.
- Передавать друг другу материалы, являющиеся результатом выполнения заданий.
- Производить шум, мешающий остальным сосредоточиться на выполнении задания.

- Пользоваться наушниками, берушами и другими приспособлениями, не позволяющими отчетливо слышать указания преподавателя.
- Читать литературу, конспекты и другие записи, не относящиеся к изучаемому предмету.
- Находиться в помещении аудитории (лаборатории) в верхней одежде, если температура выше 18°C.
- Приносить верхнюю одежду с собой и размещать ее на стуле/столе, если в учебном корпусе работает гардероб.

В случае однократного нарушения преподаватель должен предупредить студента. При повторном нарушении в течении одного занятия студент из аудитории удаляется, и продолжать практические занятия имеет право с письменного разрешения деканата.

Студент имеет право:

- Выходить из аудитории не спрашивая разрешения у преподавателя.
- Самостоятельно распределять аудиторное время, определяя необходимость перерыва или непрерывной работы.
- Просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого студента.

Преподаватель, давая консультацию студенту, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос студента. Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать практические действия, приводящие к требуемому результату, с последующей отменой для повторения студентом.

Техническое обеспечение практических работ

Для выполнения практического задания студенту предоставляется индивидуальное рабочее место, в состав которого входят:

- персональный компьютер с операционной системой семейства Windows и доступом в Интернет;
- современный графический редактор для разработки моделей процессов.

Прием результатов выполнения практических заданий

Результаты выполнения практических заданий оформляются в виде отчета. За выполнение каждого задания преподаватель выставляет студенту оценку по десятибалльной системе. Оценка выполнения задания складывается с весовыми коэффициентами из 10-балльных оценок по следующим критериям:

1. Время выполнения задания. Фиксируется с момента получения задания до момента сдачи отчета. Измеряется в астрономических часах. Сравнивается с нормативным временем выполнения. Весовой коэффициент оценки - 30%
2. Полнота и правильность выполнения задания. Экспертная оценка преподавателя. Вклад в итоговую оценку студента – 50%.
3. Аккуратность при составлении отчета. Вклад в итоговую оценку студента – 20%.

Во время приема выполненной работы преподаватель вправе требовать у студента обоснования представленных материалов.

Преподаватель должен объявить студенту поставленную ему оценку за выполнение задания, а в случае возникновения непонимания, объяснить причины ее выставления. В случае, если оценка ниже 4 баллов, студент имеет право повторно предъявить исправленный отчет, но не более двух раз. При этом для вычисления оценки время, затраченное на исправление, прибавляется к общему времени выполнения задания.

Отчеты о выполнении практических заданий сохраняются преподавателем до конца учебного года.

Выставленная оценка влияет на оценку студента по контрольной точке и итоговую оценку за практические занятия.

До конца семестра студент должен получить оценку по всем заданиям, предусмотренным настоящими указаниями. За работы, результаты выполнения которых не были предъявлены преподавателю для оценивания, выставляется оценка 0 (нуль) баллов. Студенты, имеющие итоговую оценку за практические занятия ниже пяти баллов, к сдаче экзамена по предмету не допускаются.

Общие сведения о электрооборудовании летательных аппаратов

Состав ЭЛА



Рисунок 1. Состав электрооборудования летательных аппаратов(ЭЛА)

Группы потребителей

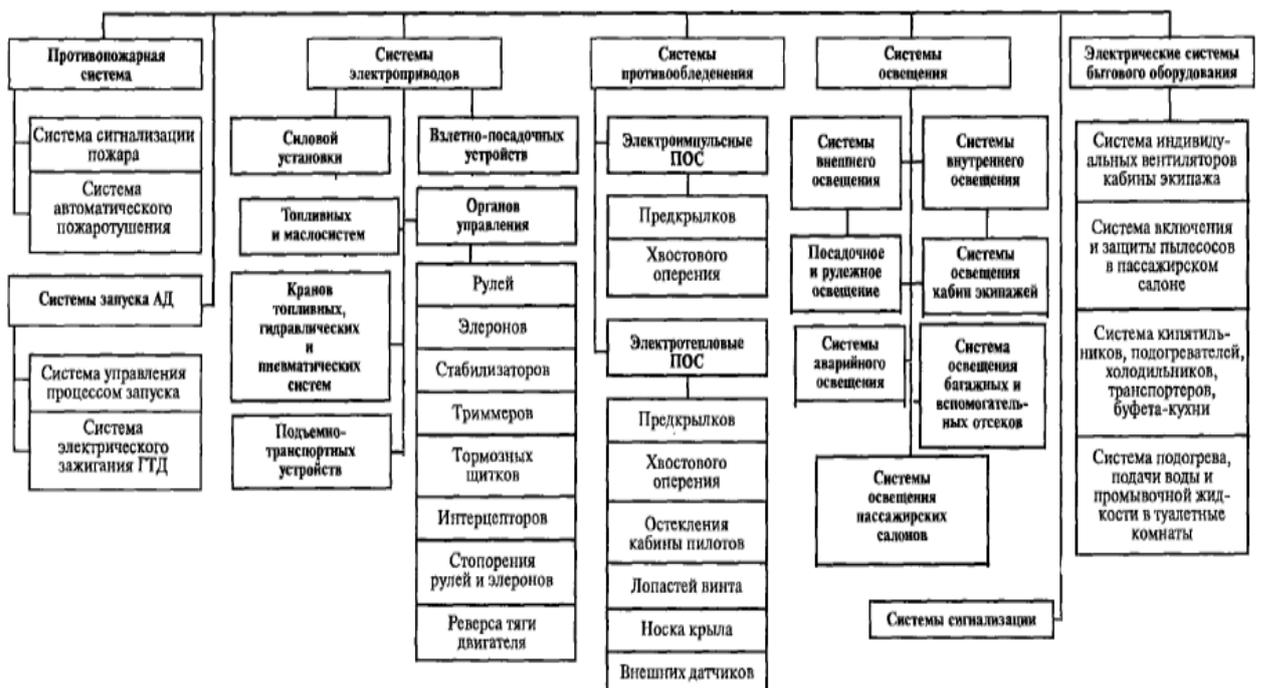


Рисунок 2 Системы которые в своем составе содержат ЭЛА

Способы получения электроэнергии на борту ЛА

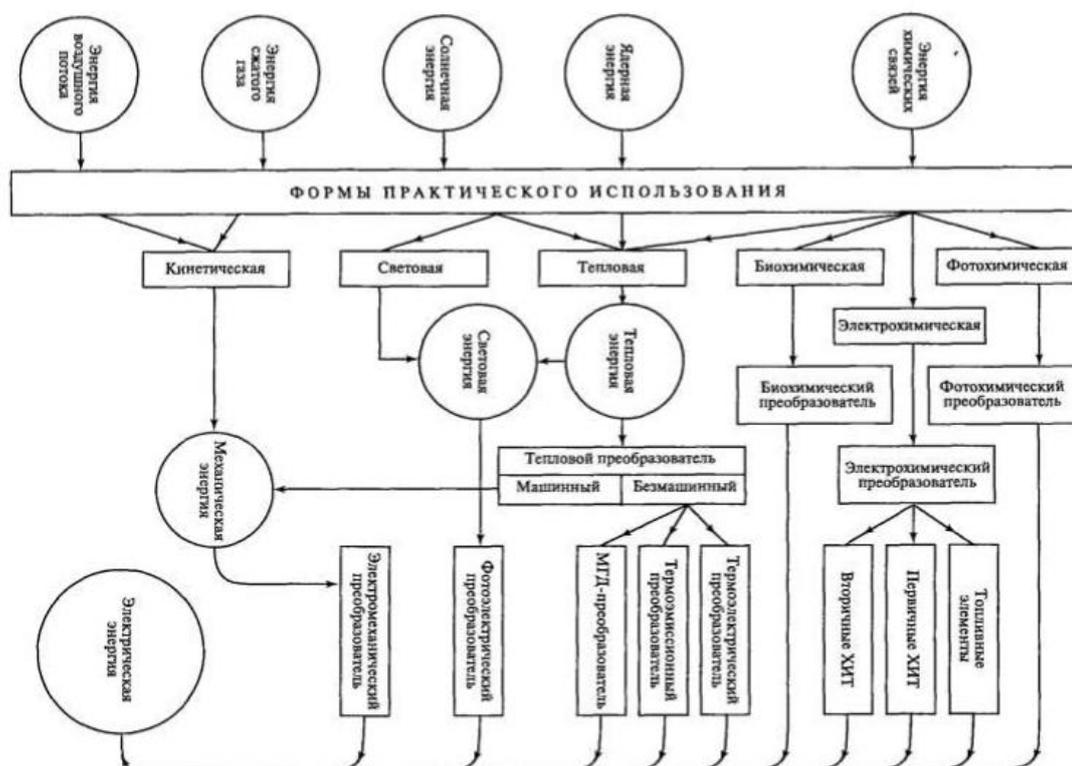


Рисунок 3 Способы получение электроэнергии на борту ЛА

Гидравлика или Электричество: Статистика применения

Переход на электрическое управление весьма ответственными органами самолета полностью себя оправдал в боях во время Великой Отечественной войны. Так, из 297 механизмов на 22 различных типах самолетов, применявшихся в военные годы, имели привод: электрический — 125 механизмов (42 % общего количества), гидравлический — 57 (19 %), пневматический — 13 (4,5 %), электропневматический — 5 (1,7 %), ручной — 78 (26 %) [14].

Рисунок 4 Процентный состав оборудования ЛА

От гидравлики к Электричеству: Преодолеваемый сдерживающий фактор

С увеличением размеров самолетов, при переходе к около- и сверхзвуковым скоростям полета резко возросли аэродинамические силы и моменты, действующие на органы управления, увеличились шарнирные моменты механизации крыла, привода шасси. Одновременно с этим стали предъявляться повышенные требования к быстродействию и удельным параметрам силовых приводов. Существовавший в то время уровень развития авиационной электротехники не позволял создать электропривод, который бы мог конкурировать по указанным выше параметрам с гидроприводом*.

*Печальным подтверждением этого факта стала катастрофа в 1956 г. экспериментального самолета *E-5* — прототипа всемирно известного истребителя *MiГ-21*. На седьмом полете опытной машины из-за помпажа произошел останов двигателя самолета. Отказавшись

Рисунок 5 Переход от гидравлики к электричеству

Мощности потребителей эл. энергии орбитальной станции Freedom

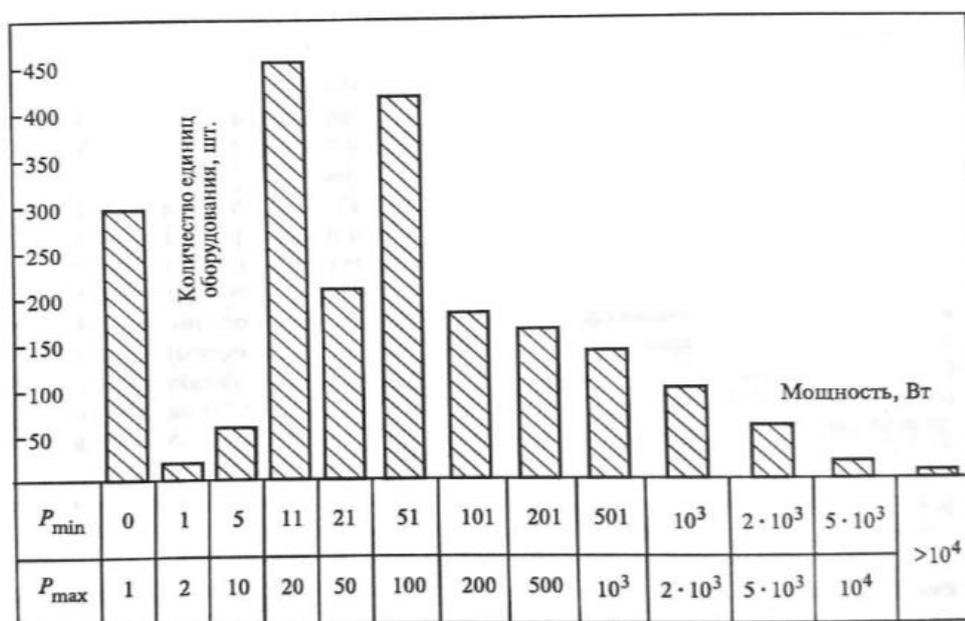


Рисунок 6 Сравнение мощностей различных систем

Потребители эл. энергии на лайнере (широкофюзеляжном) и сети

Потребитель	Ток					
	200/115 В, 400 Гц		36 В, 400 Гц		27 В	
	кВ · А	%	кВ · А	%	кВ · А	%
Приборы контроля	2,876	1,51	0,147	3,07	1,005	5,7
Навигационные устройства	15,22	8	4,0	84	5,85	33,18
Радиоустройства	3,475	1,82	—	—	1,614	9,15
Электромеханическое оборудование	91,28	47,9	0,592	12,4	0,61	3,46
Коммутационные аппараты и аппараты автоматики систем управления	0,12	0,063	—	—	2,116	12
Электронагревательное оборудование	59,23	31,09	—	—	2,04	11,6
Осветительное оборудование	18,31	9,6	—	—	3,93	22,3
Устройства сигнализации	—	—	0,0312	0,6	0,46	2,6
Суммарная установленная мощность	190,5	100	4,77	100	17,63	100

Рисунок 7 Потребление энергии на грузовых и пассажирских ЛА

Циклограммы электропотребления летательных аппаратов

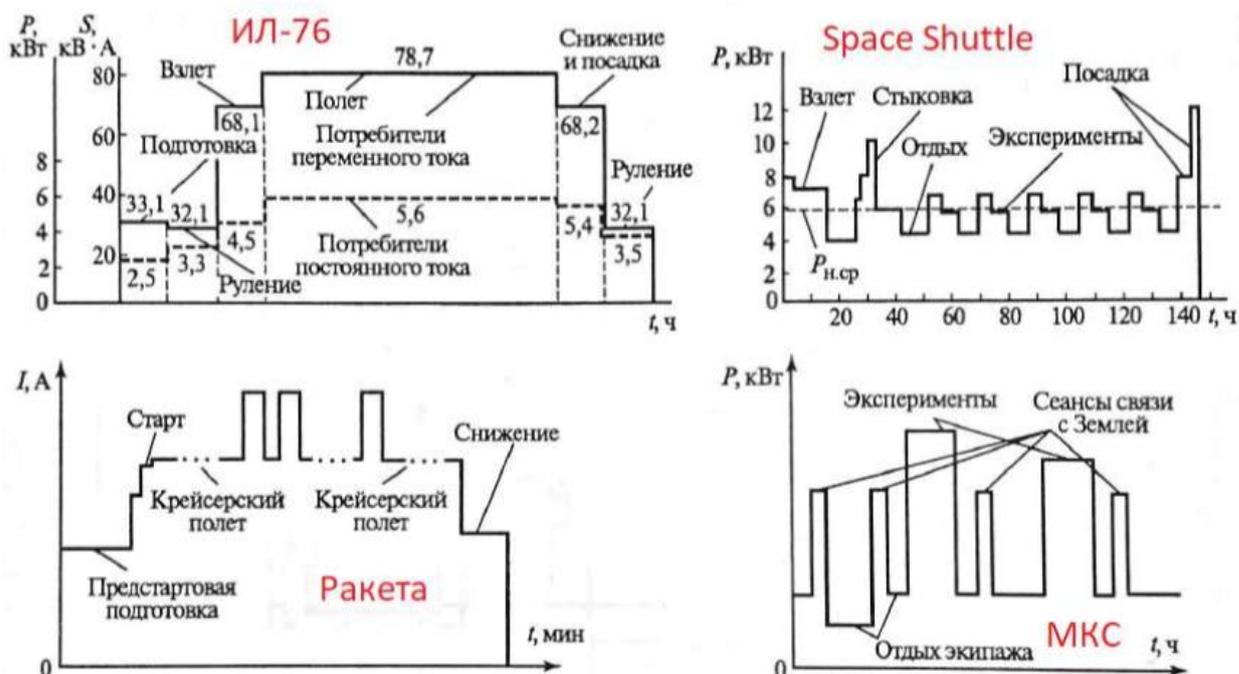


Рисунок 8 Циклограммы электропотребления ЛА

Электрооборудование ЛА – это электроприводы !!!

Технические параметры электроприводов основных систем самолета *Ил-62*

Система	ЭД, шт.	ЭМП шт.	кВт	кг	Энергия, потребляемая за 8 ч полета, кВт·ч (% общего потребления)
Топливная	30	24	32,9	276	162 (80,82)
Кондиционирования	19	—	0,66	57,4	2,74 (1,37)
Противообледенительная	11	12	0,39	41,5	0,56 (0,28)
Механизации крыла и управления	18	3	22	171,3	29,12 (14,52)
Запуска авиационного двигателя	11	15	13,26	88,4	3,27 (1,63)
Гидравлическая	3	10	52	87,9	0,87 (0,43)
Бытового оборудования	14	—	1,74	55	1,89 (0,94)
<i>Всего</i>	106	64	122,95	777,5	200,45 (100)

Рисунок 9 Что такое электроприводы

И на космических кораблях ни как без электропривода

На космических аппаратах асинхронные и вентильные электродвигатели применяются в системах ориентации солнечных батарей, автокомпенсации кинетических моментов, обусловленных движением этих батарей, в приводах фотопленки и лентопротяжных механизмов, насосов топливных и масляных систем, систем жизнеобеспечения, механизмах поворота платформ с научными приборами и т.п. Так, на орбитальном пилотируемом комплексе «*Мир*» в различных системах использовалось 100 бесконтактных электродвигателей постоянного тока серии БК мощностью от 1 до 90 Вт и диапазоном частот вращения от 300 до 15 000 об/мин суммарной установленной мощностью 1500 Вт.

Рисунок 10 Электроприводы космических ЛА

Размещение оборудования на вертолете Ка-50

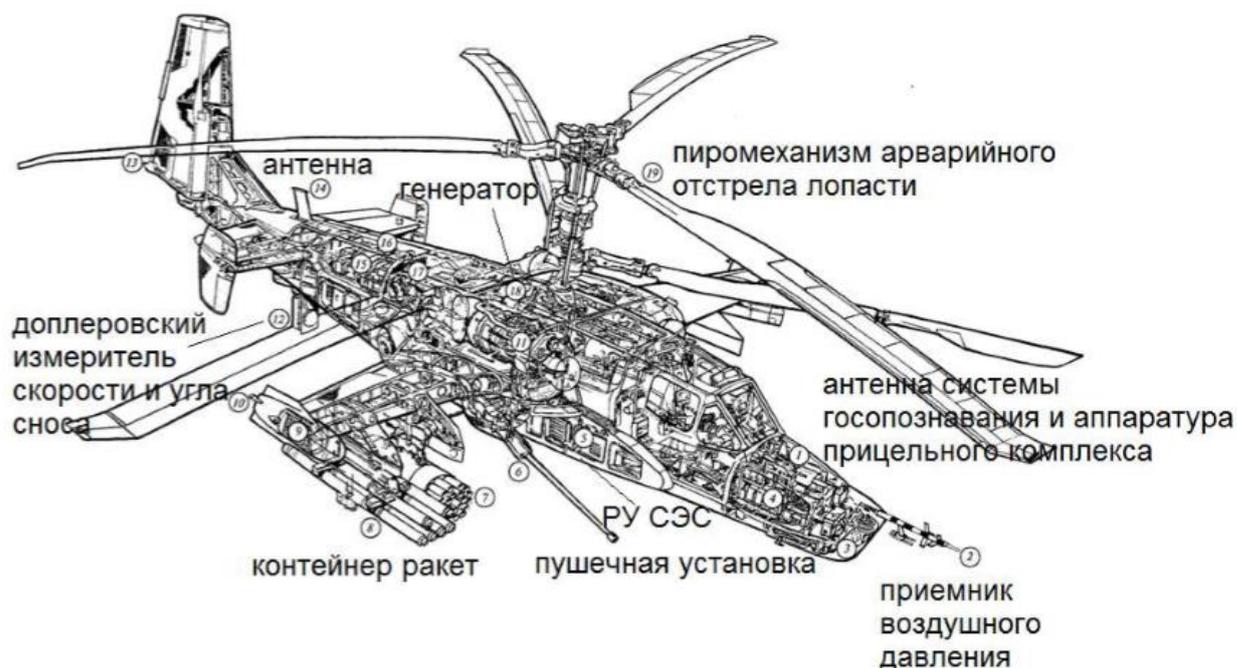


Рисунок 11 компоновка ЛА

- Москва – **через полярный Урал** – Владивосток



Рисунок 12 Дестабилизирующие факторы ЛА

На рисунках 1-12 наглядно показывается необходимость использования электрических машин для управления ЛА.

При видимых преимуществах которого видны и недостатки.

Дестабилизирующие факторы: механические воздействия: вибрации, толчки, ускорения, акустический шум, электромагнитные воздействия: коммутационные процессы в цепях питания, ключевые режимы работы полупроводниковых приборов, процессы заряда/разряда емкостных накопителей, разряды молний и пр.

В результате всего вышеизложенного можно сформировать основные требования к электрооборудованию ЛА:

- Надежность и безотказность работы
- Высокое качество электроэнергии в различных режимах работы
- Минимальные массогабаритные размеры без ущерба надежности
- Высокая механическая, электрическая, термическая прочность, химическая и радиационная стойкость.

Основные требования к электрооборудованию ЛА

- Унифицированность, удобство и безопасность в обслуживании
- Высокая контролепригодность
- Взрыво- и пожарная безопасность
- Независимость работы от положения ЛА, режимов полета, окружающей среды
- Отсутствие помех для другого оборудования
- Невысокая стоимость

Задания для практических занятий

Задания выполняются последовательно. Приступать к следующему занятию студент имеет право, только предъявив для оценивания результат выполнения предыдущего задания.

1. Анализ нормативно-технических и организационно-распорядительных документов. Трудоемкость – 4 часа.
Исходные данные: Преподаватель предоставляет комплект документов предприятия для анализа или указывает источник их получения по сети Интернет.
Задание: Студент изучает представленные материалы и формирует: глоссарий терминов; список сокращений; таблицу перекрестных ссылок; перечень процессов, работ, операций; перечень продуктов и услуг; организационную структуру предприятия. Оформляет материалы в виде единого отчета.
2. Моделирование бизнес-процессов предприятия. Трудоемкость – 4 часа.
Исходные данные: Используются материалы, полученные при выполнении Задания 1, или аналогичного содержания, предоставленные преподавателем. Преподаватель указывает нотацию моделирования.
Задание: изучить вид модели ЛА и составить функциональную модель ЛА.
3. Разработка технического задания. Трудоемкость – 6 часов.

Исходные данные: Используются материалы, полученные при выполнении заданий 1 и 2. Преподаватель указывает систему ЛА в для которой надо рассчитать энергопотребление.

Задание: разработать техническое задание на потребление электроэнергии.

4. Разработка программы и методики испытаний. Трудоемкость – 4 часа.
Исходные данные: Используется техническое задание, разработанное при выполнении задания 3. Преподаватель указывает виды испытаний.
Задание: разработать программу и методику испытаний проектируемой системы в соответствии с ГОСТ 34.603-92

Типовые задания на практическую работу

1. Рабочие обмотки генераторов. Расчет схем работы,
2. Статические преобразователи. Элементы расчета. Изучение конструкции
3. Электромашинные преобразователи. Элементы расчета. Изучение конструкции
4. Системы возбуждения генераторов. Изучение конструкции. Элементы расчеты
5. Датчики противопожарных систем
6. Нагревательные элементы противообледенительных систем
7. Расчет элементов светотехнического оборудования
8. Преобразователи агрегатов зажигания

Литература

1. Электротехнические системы летательных аппаратов : Межвузовский сборник научных трудов / Казанский авиационный институт им. А. Н. Туполева; ред. В. К. Щукин. - Казань : Казанский авиационный институт, 1991. - 103с.
2. Истратов В. Н. Цепи и устройства систем электрооборудования летательных аппаратов: учебное пособие для вузов - М. : Машиностроение, 1983. - 229 с.
3. Брускин Д. Э. и др. Основы электрооборудования летательных аппаратов. Ч. 1 - М. : Высшая школа. 1978. - 304 с.
4. Брускин Д. Э. и др. Основы электрооборудования летательных аппаратов Ч. 2 - М. : Высшая школа. 1978. - 280 с.
5. Рулевский В.М.. Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink./ Учебное пособие. Томск.: ТПУ, 2018. – 497 с. ISBN 978-5-4387-0819-3.
6. Шурыгин Ю.А., Рулевский В.М. и др. Проектирование модульных имитаторов солнечных батарей автоматизированной контрольно-испытательной аппаратуры систем электропитания автоматических космических аппаратов - Томск, ТГУ, 2014. - 86 с.
7. Рулевский В.М., Мишин В.Н., Целебровский И.В., Шурыгин Ю.А. Особенности тепловых режимов работы погружных трансформаторов систем электропитания телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов./ Учебное пособие. Томск.: ТУСУР, 2018. – 76 с.
8. Кремзуков Ю.А., Мишин В.Н., Пчельников В.А., Бубнов О.В., Рулевский В.М., Шиняков Ю.А., Шурыгин Ю.А. Проектирование модульных имитаторов солнечных батарей автоматизированной контрольно-испытательной аппаратуры систем электропитания автоматических космических аппаратов./ Учебное пособие. Томск.: ТУСУР, 2018. – 86 с.
9. Гарганеев А.Г. Функциональные системы летательных аппаратов – Томск: ТУСУР, 2012. – 253с. <http://new.kcup.tusur.ru/library/funkcionalnye-sistemy-letatelnyh-apparatov>