

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Электронные приборы систем управления космических аппаратов
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Космические технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра аэрофизической механики и управления движением
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

лекции: 60 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: Б.М. Сухов, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедре аэрофизической механики и управления движением 06.04.2020

Аннотация

Изучение учебной дисциплины направлено на углубление и расширение базовой профессиональной подготовки магистранта, формирование соответствующих компетенций.

В учебной дисциплине рассматриваются основные теоретические понятия, концепции и подходы электронной техники для использования в областях и дисциплинах, связанных с системами управления космическими аппаратами. Студенты знакомятся с типами электронных компонентов, применяющихся в приборах систем управления, осваивают возможности программируемых логических микросхем и методы проектирования электронных схем. Студенты приобретают навык разработки схем на операционных усилителях и цифровых логических элементах, а также проектирования обмена информацией между устройствами по интерфейсам ГОСТ 52070-2003, CAN и по интерфейсам на основе UART.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- формирование базовых знаний по электронной технике для использования в областях и дисциплинах, связанных с системами управления космическими аппаратами.

Задачи дисциплины

- Дать студентам базовые знания в области электронных приборов систем управления КА.
- Показать на примерах многообразие функций, выполняемых бортовыми приборами.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные типы электронных компонентов, применяющихся в приборах систем управления;
- возможности программируемых логических микросхем;
- методы проектирования электронных схем;
- интерфейсы обмена данными, применяющиеся на КА;
- основные сведения о промышленных компьютерах;
- требования, предъявляемые к бортовым приборам.

уметь:

- разрабатывать и рассчитывать схемы на операционных усилителях;
- разрабатывать и анализировать схемы на цифровых логических элементах;
- проектировать обмен информацией между устройствами по интерфейсам ГОСТ 52070-2003, CAN и по интерфейсам на основе UART.

владеть:

- навыками самостоятельной работы с технической литературой по электронике;
- навыками поиска необходимой информации в интернете;
- навыками анализа возможностей использования бортовых приборов;
- навыками постановки требований к бортовым приборам.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Аналоговые компоненты, используемые в бортовых приборах	10	4		5
2	Цифровые компоненты, используемые в бортовых приборах	22	4		5
3	Аналогоцифровые компоненты, используемые в бортовых приборах	8	4		5
4	Требования к электронным компонентам, используемым в бортовой аппаратуре	4	4		5
5	Конструктивы промышленных компьютеров, используемые в бортовой аппаратуре	4	6		5
6	Последовательные интерфейсы, используемые на борту космических аппаратов	8	4		5
7	Контрольно-измерительная аппаратура для проведения испытаний бортовой аппаратуры	4	4		15
Итого часов		60	30		45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Аналоговые компоненты, используемые в бортовых приборах

Операционные усилители и их применение: схемы с отрицательной обратной связью, схемы с положительной обратной связью. Аналоговые компараторы. Оптроны. Стабилизаторы напряжения. модули вторичного электропитания.

2. Цифровые компоненты, используемые в бортовых приборах

Способы описания функционирования цифровых микросхем. Элементарные логические элементы. Комбинационные схемы: сумматоры, дешифраторы, мультиплексоры, цифровые компараторы. Регистровые схемы: триггеры и их типы, параллельные регистры, сдвиговые регистры, счетчики. Микросхемы запоминающих устройств: ОЗУ, ПЗУ, РПЗУ. Программируемые логические интегральные микросхемы: типы ПЛИС, структура, разработка конфигураций, моделирование, ПО для разработки конфигураций.

3. Аналогоцифровые компоненты, используемые в бортовых приборах

Цифроаналоговые и аналогоцифровые преобразователи. Типы ЦАП и АЦП. Принципы функционирования.

4. Требования к электронным компонентам, используемым в бортовой аппаратуре

Внешние воздействующие факторы на бортовую аппаратуру. Влияние космической радиации. Параметры надежности.

5. Конструктивы промышленных компьютеров, используемые в бортовой аппаратуре

MicroPC. PC104 и PC104+. VME.

6. Последовательные интерфейсы, используемые на борту космических аппаратов

Интерфейсы RS-232, RS-422, RS-485. Основные характеристики. Протокол UART передачи данных. Интерфейс MIL-STD-1553b: типы устройств, типы слов и форматы сообщений, физические характеристики интерфейса. Интерфейс CAN2.0b: требование к линии передачи данных, фреймы сообщений. Общие сведения об интерфейсе SpaceWire.

7. Контрольно-измерительная аппаратура для проведения испытаний бортовой аппаратуры

Обзор контрольно-измерительной аппаратуры для проведения испытаний бортовой аппаратуры

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Полупроводниковая схемотехника [Текст] : в 2 т. Т. 1 / У. Титце, К. Шенк ; пер. с нем. Г. С. Карабашева. — М. : Додэка-XXI, 2008. — 832 с.
2. Полупроводниковая схемотехника [Текст] : в 2 т. Т. 2 / У. Титце, К. Шенк ; пер. с нем. Г. С. Карабашева. — М. : Додэка-XXI, 2008. — 942 с.
1. Угрюмов Е. Цифровая схемотехника. БХВ-Петербург, 2010.

Дополнительная литература

1. Оптико-электронные приборы систем управления летательными аппаратами [Текст] / Л. П. Лазарев, В. Л. Лазарев. — М. : Машиностроение, 1978. — 176 с.
2. Цифровая схемотехника. Шаг за шагом [Текст]/А. С. Ашихмин, -М., Диалог-МИФИ, 2008
3. Искусство схемотехники [Текст]/П. Хоровиц, У. Хилл, -М., БИНОМ, 2012
1. Агуров П.В. Последовательные интерфейсы ПК. БХВ,2004

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Пакеты офисного программного обеспечения Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), OpenOffice.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса «Электронные приборы систем управления космических аппаратов» требует систематических занятий и большой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- продумывание услышанного после каждого занятия и, по возможности, поиск дополнительной информации по пройденной теме интернете и ее изучение;
- решение задач, поставленных во время занятий.

Самостоятельную подготовку к дифференцированному зачёту целесообразно организовать следующим образом:

- внимательное прочтение конспекта лекций после завершения курса лекций;
- продумывание ответов на вопросы зачёта по окончании чтения конспекта и, повторно, после предзачётной консультации.

Текущий контроль за самостоятельной работой студентов осуществляется в форме устного опроса на занятиях. Приём дифференцированного зачёта проводится в два этапа. После первого этапа озвучиваются оценки, полученные слушателями по результатам ответов на два-три вопроса. Желающим повысить оценку предлагается дополнительно подготовиться и быть готовым к ответу на четыре-шесть вопросов.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Космические технологии
Физтех-школа Аэрокосмических Технологий
кафедра аэрофизической механики и управления движением
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: Б.М. Сухов, ассистент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Электронные приборы систем управления космических аппаратов» обучающийся должен:

знать:

- основные типы электронных компонентов, применяющихся в приборах систем управления;
- возможности программируемых логических микросхем;
- методы проектирования электронных схем;
- интерфейсы обмена данными, применяющиеся на КА;
- основные сведения о промышленных компьютерах;
- требования, предъявляемые к бортовым приборам.

уметь:

- разрабатывать и рассчитывать схемы на операционных усилителях;
- разрабатывать и анализировать схемы на цифровых логических элементах;
- проектировать обмен информацией между устройствами по интерфейсам ГОСТ 52070-2003, CAN и по интерфейсам на основе UART.

владеть:

- навыками самостоятельной работы с технической литературой по электронике;
- навыками поиска необходимой информации в интернете;
- навыками анализа возможностей использования бортовых приборов;
- навыками постановки требований к бортовым приборам.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса на занятиях.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Операционные усилители. Схема инвертирующего усилителя.
2. Операционные усилители. Схема неинвертирующего усилителя.
3. Операционные усилители. Схема инвертирующего сумматора.
4. Операционные усилители. Схема вычитателя.
5. Операционные усилители. Схема генератора прямоугольных колебаний.
6. Операционные усилители. Схемы прецизионных выпрямителей.
7. Компараторы. Основные характеристики. Выходные каскады компараторов.
8. Оптроны.
9. Элементарные логические элементы.
10. Триггеры. Типы триггеров.
11. Регистры. Параллельный, сдвиговый.
12. Цифровые счетчики.
13. Цифровые компараторы.
14. ЗУ. Виды, основные характеристики.
15. Программируемые логические микросхемы. Различные типы. Преимущества их использования.
16. Структура FPGA фирмы Xilinx.
17. Основные этапы разработки конфигураций программируемых логических микросхем.
18. Интегральные стабилизаторы напряжения.
19. Модули питания. Назначение. Основные характеристики.
20. ЦАП. Основные характеристики. Типы ЦАП.
21. АЦП. Основные характеристики. Типы АЦП.
22. Требования к электронным компонентам, используемых в бортовых приборах.
23. Разработка приборов на основе готовых микропроцессорных плат. Конструктивы MicroPC, PC-104, PC-104+.
24. Интерфейсы RS-232, RS-422, RS-485.
25. Мультиплексный канал связи по MIL-STD-1553B. Основные принципы.
26. Мультиплексный канал связи по MIL-STD-1553B. Форматы сообщений.
27. Интерфейс CAN2.0B. Основные принципы.
28. Интерфейс CAN2.0B. Форматы сообщений.
29. КИА для проведения испытаний приборов.

Примеры билетов:

№ 1

1. Операционные усилители. Схема инвертирующего усилителя.
2. ЦАП. Основные характеристики. Типы ЦАП.

№ 2

1. Операционные усилители. Схема вычитателя.
2. Модули питания. Назначение. Основные характеристики.

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы билета, а также на дополнительные вопросы (вне билета)

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы билета, а также на дополнительные вопросы (вне билета) по программе дисциплины;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы билета и правильные ответы не менее чем на два из трех дополнительных вопросов (вне билета) по программе дисциплины;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, продемонстрировавшему твердые, систематизированные знания материала билета, но допускающему в ответе на вопросы по билету или дополнительные, уточняющие вопросы в рамках билета неточности, не связанные с принципиальными ошибками или не знанием материала;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала билета, но допускающему в ответе на дополнительные, уточняющие вопросы (не более пяти) в рамках билета не более двух ошибочных ответов, не связанных с принципиальным непониманием материала;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала билета, но допускающему в ответе на дополнительные, уточняющие вопросы (не более пяти) в рамках билета не более четырех ошибочных ответов, не связанных с принципиальным непониманием материала;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется, если во время ответа на вопросы билета, а при необходимости и дополнительных вопросов (вне рамок билета) студент показывает нетвердое знание базовых положений, связанных с материалом билета и дополнительных вопросов (допускает ошибки в определениях, фундаментальные законы, и т.п.), допускает нарушение логической последовательности при ответах, но при этом демонстрирует знание основных разделов учебной программы;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется, если во время ответа на вопросы билета студент показывает разрозненный характер знаний, нечеткие, но без грубых ошибок, формулировки базовых положений, входящих в материалы билета, допускает нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом демонстрирует общее понимание и ключевые знания основных разделов учебной программы;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется, если во время ответа на вопросы билета, студент показывает, что не знает большей части основного содержания материалов билета, допускает грубые ошибки при формулировках базовых положений, входящих в материалы билета; во время ответа на вопросы билета обращается к справочным материалам (конспектам лекций, семинаров и пр.).

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Ознакомление студентов с перечнем выносимых на экзамен билетов проводится за неделю до предзачетной консультации.

Порядок проведения дифференцированного зачёта.

Зачёт проводится в форме опроса. Студенту предоставляется четыре-пять минут для монолога у доски с мелом в руках, после чего экзаменатор делает при необходимости комментарии, оценивает ответ. Затем другой студент отвечает на свой первый вопрос. По завершении первого круга студенты в том же порядке отвечают на вторые вопросы. При ответе обучающегося на вопрос он не может пользоваться конспектами и литературой.