

**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: | Лабораторный практикум по цифровой обработке сигналов |
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Космические технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра перспективных технологий для систем безопасности |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |

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

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составил: С.А. Алексеев

Программа обсуждена на заседании кафедры перспективных технологий для систем безопасности 31.03.2022

Аннотация

Прохождение лабораторного практикума направлено на закрепление знаний теоретических основ теории управления. В рамках курса производится знакомство с принципами и особенностями совместной работы датчиковой и исполнительной аппаратуры. На основе показаний набора датчиков производятся оценки ориентации твёрдого тела различными методами. Набор исполнительных органов - управляющих двигателей маховиков и электромагнитных катушек - используется для построения системы управления ориентацией твёрдого тела.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- формирование навыков применения теории цифровой обработки сигналов для создания систем и комплексов обработки передачи данных, систем автоматического управления.

Задачи дисциплины

- дать знания об архитектуре цифровых систем и комплексов обработки и передачи данных, систем автоматического управления, реализующих алгоритмы цифровой обработки сигналов;
- сформировать навыки построения, реализации и отработки моделей цифровых систем с применением теории цифровой обработки сигналов.

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-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними |
| | УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации |
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук | ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук |
| | ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи | ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации |
| ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения | ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения |
| | ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) |
| | ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений |
| ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести | ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов |

| | |
|---|--|
| анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий | ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов |
| | ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования |
| ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты | ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты |
| | ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели |
| 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:

- современную архитектуру программно-аппаратных средств цифровой обработки сигналов;
- принципы построения современных цифровых систем обработки и передачи данных, систем управления;
- общий состав и порядок выполняемых работ при создании системы цифровой обработки сигналов.

уметь:

- разрабатывать структуру системы цифровой обработки сигналов;
- разрабатывать модель системы цифровой обработки сигналов;
- синтезировать программный код на базе модели.

владеть:

- навыками применения цифровой обработки сигналов для решения инженерных задач.

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 | Введение в практическую цифровую обработку сигналов | | | 4 | 4 |

| | | | | | |
|-----------------------|--|--------------------|--|----|----|
| 2 | Основы применения цифровой обработки сигналов при разработке программного обеспечения для различных архитектур | | | 6 | 2 |
| 3 | Построение систем обработки сигналов | | | 6 | 3 |
| 4 | Построение систем передачи данных | | | 6 | 2 |
| 5 | Применение теории цифровой обработки сигналов для решения задач теории управления | | | 8 | 4 |
| Итого часов | | | | 30 | 15 |
| Подготовка к экзамену | | 0 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 45 час., 1 зач.ед. | | | |

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

Семестр: 2 (Весенний)

1. Введение в практическую цифровую обработку сигналов

Аналоговая и цифровая техника, цифровые и аналоговые сигналы, дискретизация, аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование, частота дискретизации, способы представления цифровых данных, системы измерения, управления и обработки данных, методы отработки, тестирования и испытания систем, архитектура и принципы построения современных систем цифровой обработки данных и управления.

2. Основы применения цифровой обработки сигналов при разработке программного обеспечения для различных архитектур

Персональная электронно-вычислительная техника, микроконтроллеры, программируемые логические интегральные схемы, цифровые сигнальные процессоры, синтез программного кода.

3. Построение систем обработки сигналов

Естественные шумы, дискретизация и квантование, шум квантования, фазовый шум, фильтрация, спектральный анализ сигналов.

4. Построение систем передачи данных

Мощность, чувствительность, затухание, соотношение сигнал-шум, пропускная способность канала, основные теоремы, фильтрация, модуляция, демодуляция, синхронизация, принципы обработки данных.

5. Применение теории цифровой обработки сигналов для решения задач теории управления

Обратная связь, следящая система, система управления, конечный автомат, определение ориентации, демпфирование угловых скоростей, поддержание ориентации.

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

Необходимое оборудование для лабораторных работ:

- учебная аудитория, оснащённая компьютером и проектором;
- персональные компьютеры или ноутбуки в количестве, обеспечивающем индивидуальную работу студентов или подгрупп студентов.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие / В. Г. Коберниченко, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 150 с.
2. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink / А.И. Солонина, – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 425 с.

Дополнительная литература

1. ПЛИС и параллельные архитектуры для применения в аэрокосмической области. Программные ошибки и отказоустойчивое проектирование / Кастеншмидт Ф., Рех П. – М.: Техносфера, 2018. – 326с.
2. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров / В. П. Дьяконов, – М.: ДМК Пресс, 2011. — 976с.

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

1. Учебные материалы: <http://www.science-education.ru/>
2. Учебные материалы: <http://ocw.mit.edu/>
3. Информационные материалы: <http://thesai.org>
4. Информационно-аналитические материалы: <http://researchpub.org/journal/cstij>

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

- MATLAB, Simulink с расширениями Simulink Coder, HDL Coder, Fixed Point Designer, System Control Toolbox, DSP System Toolbox HDL Support, Communications Toolbox HDL Support, Stateflow
- Microsoft Office Word или Libre Office Writer

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

Для успешного освоения дисциплины, помимо посещения лабораторных работ от студентов требуется выполнение самостоятельной работы. Объем самостоятельной работы должен быть не менее указанного для каждого раздела программы. Самостоятельная работа, в основном, заключается проработке материалов лекции и подготовке отчётов по результатам, полученным в ходе лабораторных работ. Отчёты готовятся в печатном и электронном виде. Студенты, успешно прошедшие все формы текущего контроля, допускаются к сдаче дифференцированного зачета

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- оценку корректности и достоверности разработанных моделей;
- обработку и оценку результатов численных экспериментов;
- подготовка отчётов по выполненной работе.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа подготовленных отчётов.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Космические технологии
Физтех-школа Аэрокосмических Технологий
кафедра перспективных технологий для систем безопасности
курс: 1
квалификация: магистр

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

Разработчик: С.А. Алексеев

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-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними |
| | УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации |
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук | ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук |
| | ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи | ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации |
| ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения | ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения |
| | ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) |
| | ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений |
| 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-4.1 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 |
| | ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования |
| ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты | ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты |
| | ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели |
| 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 «Лабораторный практикум по цифровой обработке сигналов» обучающийся должен:

знать:

- современную архитектуру программно-аппаратных средств цифровой обработки сигналов;
- принципы построения современных цифровых систем обработки и передачи данных, систем управления;
- общий состав и порядок выполняемых работ при создании системы цифровой обработки сигналов.

уметь:

- разрабатывать структуру системы цифровой обработки сигналов;
- разрабатывать модель системы цифровой обработки сигналов;
- синтезировать программный код на базе модели.

владеть:

- навыками применения цифровой обработки сигналов для решения инженерных задач.

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

Текущий контроль представляет собой проверку подготовленных отчётов по результатам выполнения лабораторных работ.

Успешное прохождение текущего контроля является допуском к дифференцированному зачету.

Оценка по дисциплине выставляется по среднему баллу выполненным лабораторным работам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа подготовленных отчётов.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Лабораторный практикум по цифровой обработке сигналов» осуществляется в форме дифференцированного зачета

Примерный перечень вопросов к дифференцированному зачету:

1. Понятия аналоговой и цифровой техники. Цифровые и аналоговые сигналы, дискретизация, аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование, частота дискретизации. Способы представления цифровых данных.
2. Применение цифровой обработки сигналов в системах измерения, управления и обработки данных. Методы отработки, тестирования и испытания систем. Архитектура и принципы построения современных систем цифровой обработки и передачи данных, систем управления.
3. Применение персональной электронно-вычислительная техника, микроконтроллеров, программируемых логических интегральных схем, цифровых сигнальных процессоров для решения задачи цифровой обработки сигналов. Синтез программного кода.
4. Принципы построения систем обработки сигналов. Естественные шумы, дискретизация и квантование, шум квантования, фазовый шум, фильтрация, спектральный анализ сигналов.
5. Принципы построения систем передачи данных. Мощность, чувствительность, затухание, соотношение сигнал-шум, пропускная способность канала, основные теоремы, фильтрация, модуляция, демодуляция, синхронизация, принципы обработки данных.
6. Принципы применения теории цифровой обработки сигналов для решения задач теории управления. Обратная связь, следящая система, система управления, конечный автомат. Особенности решения задачи определения ориентации, демпфирования угловых скоростей и поддержания ориентации с применением теории цифровой обработки сигналов.

Критерии оценивания

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он твердо знает материал экзаменационного билета, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он знает материал экзаменационного билета, по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе много неточностей;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он знает материал экзаменационного билета, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал фрагментарный, характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета, он показал что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

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

На подготовку отчётов по лабораторным работам студенту даётся срок 3 недели, в течении которого обучающийся должен провести обработку и анализ экспериментальных данных. Отчёт представляется в электронном виде в текстовом формате. Оценивается полнота и корректность полученных результатов.

Ответ на вопрос для повышения оценки по предмету не должен превышать 40 минут.

Во время проведения дифференцированного зачета при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой.

Во время проведения дифференцированного зачета при ответе обучающегося на вопросы по билету он не может пользоваться конспектами лекций и любой другой литературой.