

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23


УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
М.А. Ваганов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Микропроцессорные информационно-измерительные и управляющие устройства»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и нанoeлектроника
Наименование направленности	Системы сбора, обработки и отображения информации
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
О.А. Кононов  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«5» июня 2023 г, протокол № 7/23

Заведующий кафедрой № 23

\_\_\_\_\_  
д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
А.Р. Бестугин  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.04.04(01)

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
М.А. Ваганов  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
О.Л. Балышева  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Микропроцессорные информационно-измерительные и управляющие устройства» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» направленности «Системы сбора, обработки и отображения информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен использовать специализированные системы автоматизированного проектирования для синтеза логических схем, моделирования и верификация моделей, написанных на языках описания аппаратуры»;

ПК-4 «Способен осуществлять характеристику сложно-функциональных цифровых блоков и проектировать электрические схемы цифровых электронных устройств, реализующие требуемые логические функции».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами проведения измерений параметров сигналов, наблюдаемых в условиях воздействия помех, формирования соответствующих решающих правил и управляющих воздействий, а также с основными подходами к проектированию специализированных информационно-измерительных микропроцессорных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Предназначение дисциплины “Микропроцессорные информационно-измерительные и управляющие устройства” состоит в формировании у обучающихся комплексного представления о методологии решения задач измерения параметров сигналов, наблюдаемых в смеси с помехами, и управления с использованием средств микропроцессорной техники, получения студентами необходимых навыков создания алгоритмов для решения задач измерения и управления, а также оценивания показателей качества решения данных задач.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен использовать специализированные системы автоматизированного проектирования для синтеза логических схем, моделирования и верификация моделей, написанных на языках описания аппаратуры	ПК-3.3.1 знать элементы теории сложных цифровых систем, основные принципы сквозного проектирования, маршрут разработки и верификации цифровых устройств, разработанных с использованием скриптов написанных, на встроенных языках описания аппаратуры ПК-3.У.1 уметь проводить описание моделей цифровых схем на поведенческом языке, осуществлять полный цикл автоматического проектирования цифровых схем с использованием скриптов написанных, на встроенных языках описания аппаратуры ПК-3.В.1 владеть специализированными системами автоматизированного проектирования для синтеза логических схем, моделирования и верификации моделей и ячеек схем, написанных на языках описания аппаратуры
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен осуществлять характеристику сложно-функциональных цифровых блоков и проектировать электрические схемы цифровых электронных устройств, реализующие	ПК-4.3.1 знать основные принципы построения электрических схем логических устройств, языки поведенческого описания цифровых компонентов и логических функций ПК-4.У.1 уметь проводить синтез цифровых устройств в различных базисах, проектировать электрические схемы логических элементов, реализующие требуемые логические функции ПК-4.В.1 владеть навыками использования функциональных возможностей и способов

	требуемые логические функции	применения программных пакетов систем автоматизированного проектирования при разработке цифровых сложнофункциональных блоков
--	------------------------------	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математическое моделирование устройств и систем».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- o «Цифровая обработка сигналов»,  
а также при подготовке к ГИА.

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№2	№3
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	4/ 144	1/ 36
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	34	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	17	17	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)			
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	54	54	
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	75	56	19
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.,	Экз.	

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 2					

Раздел 1. Анализ проблематики микро-процессорных информационно- измерительных и управляющих устройств. Тема 1.1. Задачи, решаемые при помощи информационно-измерительных систем. Тема 1.2. Модели информационных процессов. Тема 1.3. Особенности микропроцессорной реализации информационно-измерительных систем.	2	0	0	0	6
Раздел 2. Измерение информационных параметров сигналов и процессов на фоне аддитивной гауссовской помехи типа “белый шум” Тема 2.1. Метод максимального правдоподобия. Тема 2.2. Оценка потенциальной точности измерения.	5	8	0	0	10
Раздел 3. Оценивание параметров сигнала на фоне гауссовской помехи с коррелированными значениями. Тема 3.1. Моделирование гауссовских коррелированных помех в дискретном времени. Тема 3.2. Обработка сигнала, наблюдаемого в смеси с коррелированной помехой.	4	4	0	0	10
Раздел 4. Измерение параметров сигналов с использованием дополнительной априорной информации. Тема 4.1. Байесовский подход. Тема 4.2. Комплексование разноточных измерителей.	4	5	0	0	10
Раздел 5. Основы методологии проектирования микропроцессорных информационно-измерительных устройств	2	0	0	0	10
Итого в семестре:	17	17	0	0	56
<b>Семестр 3</b>					
Выполнение курсовой работы				17	19
Итого в семестре:				17	19
Итого	17	17	0	17	75

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Раздел 1. Анализ проблематики микропроцессорных информационно-измерительных и управляющих устройств Тема 1.1. Задачи, решаемые при помощи информационно-измерительных систем. Постановка задач обнаружения сигналов и принятие решений. Разновидности априорной неопределенности. Измерение параметров сигналов в условиях помех и искажений. Идентификация динамических моделей по наблюдаемым

	<p>процессам. Цифровые корректирующие устройства систем управления.</p> <p>Тема 1.2. Модели информационных процессов.</p> <p>Виды математических моделей. Детерминированные сигналы. Случайные процессы. Способы взаимодействия. Аддитивные помехи. Мультипликативные помехи. Искажения типа свертки. Помехи, коррелированные с сигналом.</p> <p>Виды распределений помех. Гауссовская и негауссовские помехи. Описание помех при смесей распределений.</p> <p>Распределение Тьюки.</p> <p>Виды корреляционно-спектральных характеристик помех.</p> <p>Тема 1.3. Особенности микропроцессорной реализации информационно-измерительных систем.</p> <p>Основные концепции обработки процессов в информационно-измерительных системах. Типовые вычислительные операции и алгоритмы. Оценка вычислительной сложности и формулирование требований к быстродействию и объему памяти вычислителя. Разновидности аппаратных средств для построения специализированных вычислителей, особенности применения. Варианты реализации вычислительных алгоритмов.</p>
2	<p>Раздел 2. Измерение информационных параметров сигналов и процессов на фоне аддитивной помехи типа “белый шум”.</p> <p>Тема 2.1. Метод максимального правдоподобия.</p> <p>Идея метода максимального правдоподобия для измерения параметров сигналов и случайных процессов. Случай гауссовской помехи. Связь с методом наименьших квадратов. Энергетические и неэнергетические параметры сигнала. Принцип корреляционной обработки.</p> <p>Примеры оценки параметров для типовых квазидетерминированных сигналов. Оценки амплитуды, фазы, частотного сдвига и длительности радиосигнала. Совместные оценки нескольких параметров сигнала.</p> <p>Уравнения правдоподобия для наиболее распространенных негауссовских помех. Обзор численных методов решения. Сравнение со случаем гауссовских помех.</p> <p>Тема 2.2. Оценка потенциальной точности измерения.</p> <p>Свойства оценок измеряемых параметров. Несмещенность, состоятельность, эффективность. Расчет нижней границы Крамера-Рао для дисперсии оценки. Условия применимости расчетных соотношений. Условие эффективности оценки максимального правдоподобия. Примеры расчета границ Крамера-Рао для амплитуды, фазы, частотного сдвига и длительности радиосигнала. Необходимость аппроксимации форм сигналов.</p> <p>Расчет дисперсий ошибки при совместном оценивании нескольких информационных параметров сигналов. Ухудшение точности оценок по сравнению со скалярным случаем. Примеры.</p>

3	<p>Раздел 3. Оценивание параметров сигнала на фоне гауссовской помехи с коррелированными значениями.</p> <p>Тема 3.1. Моделирование гауссовских коррелированных помех в дискретном времени.</p> <p>Уравнения авторегрессии, скользящего-среднего и авторегрессии-скользящего среднего. Задание функции автокорреляции помехи. Расчет параметров модели формирующего фильтра.</p> <p>Тема 3.2. Обработка сигнала, наблюдаемого в смеси с коррелированной помехой.</p> <p>Уравнение правдоподобия для случая сигнала с коррелированной гауссовской помехой. Аналитическое решение для оценки амплитуды. Анализ потенциальной точности измерения. Оценивание вычислительной сложности алгоритма, сравнение со случаем гауссовского белого шума. Реализация квазиоптимальных методов обработки. Метод выбеливающего фильтра с использованием модели авторегрессии для описания помехи.</p>
4	<p>Раздел 4. Измерение параметров сигналов с использованием дополнительной априорной информации.</p> <p>Тема 4.1. Байесовский подход.</p> <p>Виды априорной информации. Априорное и апостериорное распределение оцениваемого параметра. Функция стоимости ошибок (функция потерь). Минимизация среднего риска. Функции апостериорной плотности вероятности для простой, линейной по модулю и квадратичной функции потерь. Анализ практических аспектов реализации методов с использованием микропроцессорной техники. Оценивание информационных параметров при наличии неизмеряемых мешающих параметров.</p> <p>Тема 4.2. Комплексование разноточных измерителей.</p> <p>Использование нескольких оценок параметра для повышения точности измерения. Случаи независимых и зависимых оценок. Оценивание точности итоговой оценки. Сравнение со случаем арифметического среднего.</p>
5	<p>Раздел 5. Основы методологии проектирования микропроцессорных информационно-измерительных устройств</p> <p>Выбор метода обработки регистрируемых процессов с целью измерения параметров сигнала. Обоснование необходимости метода максимального правдоподобия. Обменные соотношения между методом максимального правдоподобия и МНК: выигрыш в точности измерения, проигрыш в быстродействии. Обоснование требуемого периода дискретизации и объема выборки.</p> <p>Методы уменьшения вычислительной сложности алгоритмов измерения по методу максимального правдоподобия. Форматы представления данных. Интерполяция функции плотности вероятности помехи.</p> <p>Аппаратная часть микропроцессорного измерительного устройства. Вычислительное ядро. АЦП. Индикация.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ Раздела дисциплины
Семестр 2					
1	Разработка и исследование алгоритма оценивания параметра сигнала на фоне гауссовского белого шума методом максимального правдоподобия	расчет с использованием ПК	4	2	2
2	Расчет потенциальной точности измерения параметра сигнала с использованием неравенства Крамера-Рао.	расчет с использованием ПК	4	2	2
3	Разработка и исследование алгоритма оценивания параметра сигнала на фоне коррелированного гауссовского шума методом максимального правдоподобия	расчет с использованием ПК	4	2	3
4	Разработка и исследование алгоритма байесовского оценивания параметра сигнала на фоне гауссовского шума.	расчет с использованием ПК	5	2	4
Всего			17	8	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирование умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- формирование умений использовать справочную и нормативную документацию;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- подготовка к итоговой государственной аттестации.



Часов практической подготовки: 17.

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час	Семестр 3, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	46	46	
Курсовое проектирование (КП, КР)			19
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5	
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5	
Всего:	75	56	19

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 K21	Измерительно-вычислительно-управляющие системы: модели, структуры, моделирование: учебное пособие / А.С. Карамайкин; - СПб: Изд-во ГУАП, 2012. - 177 с.	57
681.5 T58	Схемотехника измерительных устройств: учебное пособие / В.Б. Топильский. - М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 232 с.	14
389+621.317 (075)M54	Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: учебник / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; Ред. В.И. Нефедов. - М.: Высш. шк., 2001. – 382 с.	8

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Система компьютерной алгебры MathCAD (лицензионная версия)
2	Компилятор языка Python (свободно распространяемое ПО)
3	Интегрированная среда разработки (IDE) Keil uVision (демо-версия)
4	Интегрированная среда разработки Arduino IDE (свободно распространяемое ПО)
5	САПР Proteus версии не ниже 7.7 (лицензионная версия)

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену;

	Экзаменационные билеты
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
-------	--	----------------

1	Обобщенная функциональная схема микропроцессорного устройства измерения информационных параметров сигналов.	ПК-3.3.1
2	Виды математических моделей информационных процессов и помех и способы их взаимодействия.	ПК-3.У.1
3	Метод максимального правдоподобия для измерения параметров дискретизированных сигналов и случайных процессов.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
4	Измерение энергетических параметров дискретизированных сигналов, наблюдаемых на фоне гауссовской помехи типа белый шум, методом максимального правдоподобия.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
5	Измерение неэнергетических параметров дискретизированных сигналов, наблюдаемых на фоне гауссовской помехи типа белый шум, методом максимального правдоподобия. Корреляционная обработка.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
6	Измерение амплитудного значения дискретизированного сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум, методом максимального правдоподобия.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
7	Измерение частоты дискретизированного гармонического сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум, методом максимального правдоподобия.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
8	Измерение фазы дискретизированного гармонического сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум, методом максимального правдоподобия.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
9	Измерение момента появления дискретизированного сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум, методом максимального правдоподобия.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
10	Измерение длительности дискретизированного сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум, методом максимального правдоподобия.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
11	Уравнение правдоподобия для измерения параметров дискретизированных сигналов в случае аддитивной помехи с независимыми значениями с негауссовским распределением и его методы его решения.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
12	Расчет нижней границы Крамера-Рао для дисперсии оценки амплитудного параметра дискретизированного сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
13	Расчет нижней границы Крамера-Рао для дисперсии оценки частоты дискретизированного гармонического сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
14	Расчет нижней границы Крамера-Рао для дисперсии оценки фазы дискретизированного гармонического сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
15	Расчет нижней границы Крамера-Рао для дисперсии оценки длительности дискретизированного сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
16	Расчет нижней границы Крамера-Рао для дисперсии оценки момента появления дискретизированного сигнала, наблюдаемого на фоне гауссовской помехи типа белый шум.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
17	Расчет нижней границы для дисперсий ошибок измерений параметров при совместном оценивании нескольких информационных параметров дискретизированного сигнала.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1

18	Уравнение правдоподобия для измерения параметров сигнала, наблюдаемого на фоне коррелированной гауссовской помехи.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
19	Измерение параметров сигнала, наблюдаемого на фоне коррелированной гауссовской помехи с использованием выбеливающего фильтра.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
20	Метод измерения параметров дискретизированных сигналов на основе байесовского оценивания, наблюдаемых на фоне помех. Функции потерь. Концепция минимума среднего риска.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
21	Измерение параметров дискретизированных сигналов, наблюдаемых на фоне помех, с использованием функции апостериорной плотности вероятности. Случай простой функции потерь.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
22	Измерение параметров дискретизированных сигналов, наблюдаемых на фоне помех, с использованием функции апостериорной плотности вероятности. Случай линейной по модулю функции потерь.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
23	Измерение параметров дискретизированных сигналов, наблюдаемых на фоне помех, с использованием функции апостериорной плотности вероятности. Случай квадратичной функции потерь.	ПК-3.3.1 ПК-3.У.1 ПК-3.В.1
24	Использование программных пакетов и систем автоматизированного проектирования при разработке микропроцессорных измерительных устройств	ПК-4.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Разработка помехоустойчивого микропроцессорного измерителя параметра (по вариантам) сигнала заданной формы (по вариантам), наблюдаемого в смеси с аддитивной помехой с заданным распределением (по вариантам)
2	Разработка микропроцессорного измерителя (заданной по варианту физической величины, конкретизируется в соответствии с вариантом)

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Анализ проблемной ситуации. Постановка задач.
- Анализ методологических приемов решения поставленных задач.
- Рассмотрение решений поставленных задач на конкретных примерах.
- Анализ типовых ошибок, возникающих при решении аналогичных задач с другими исходными данными.

- Выводы и рекомендации по использованию рассмотренных методов.
- Ответы на вопросы слушателей.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.  
Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Учебно-методические материалы для проведения практических занятий утверждаются на заседании кафедры и выкладываются преподавателем в начале семестра в систему LMS и в личный кабинет студента.

Проведение практических работ предполагает выполнение обучающимися разработки алгоритма измерения заданного параметра сигнала в заданных априорно известных условиях и верификацию расчетов методом моделирования.

Для проведения практических занятий может быть использовано учебно-методическое пособие:

Моделирование систем: Учебно-методическое пособие / С.Н. Воробьев, Л.А. Осипов. - СПб: Изд-во ГУАП, 2006. - 65 с. [библиотечный шифр 004.4 В75]

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

- 1) Титульный лист.
- 2) Задание на курсовую работу (см. Приложение).
- 3) Теоретические сведения о средствах измерения параметров, микропроцессорных информационно-измерительных и управляющих устройствах и решаемых с их помощью задачах в технических приложениях. Выбор и обоснование структурной схемы.
- 4) Описание метода максимального правдоподобия с расчетными формулами для полученного варианта, а также результаты анализа потенциальной точности измерения параметра.
- 5) Описание программы, реализующей компьютерное моделирование вычислительного алгоритма, реализующего процесс измерения, и полученные результаты моделирования.
- 6) Описание существенных для выполнения курсовой работы особенностей заданной по варианту элементной базы.
- 7) Схема разработанного микропроцессорного измерителя в среде Proteus.
- 8) Описание программных решений, обеспечивающих реализацию микропроцессорного измерителя, с необходимыми комментариями.
- 9) Результаты компьютерного моделирования разработанного измерителя с осциллограммами.
- 10) Список использованной литературы (10-15 наименований, включая Интернет-ресурсы).
- 11) Приложения (при необходимости).

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка соответствует типовому содержанию:

- Оглавление (с указанием страниц)
- Задание на проектирование
- Введение
- Аналитическая часть
- Научно-методическая часть
- Проектная часть
- Заключение
- Список литературы



- Приложения.

При проведении занятий по курсовой работе могут быть использованы методические указания:

Котов Ю.Т. Основы микропроцессорной техники: Методические указания к курсовому проектированию. М.: МГУЛ, 2005. 18 с. //URL: [http://www.studmed.ru/kotov-yut-osnovy-mikroprocessornoy-tehniki\\_c0350a55c7a.html#](http://www.studmed.ru/kotov-yut-osnovy-mikroprocessornoy-tehniki_c0350a55c7a.html#)

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Одним из методов текущего контроля успеваемости является отслеживание выполнения требований к своевременности представления обучающимся в своем личном кабинете результатов выполнения полученных заданий для практических занятий. При нарушении заранее установленных предельных дат выполнения работ, начисляются штрафные баллы, которые снижают общее количество набранных за семестр рейтинговых баллов, по сумме которых производится промежуточная аттестация.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с таблицей 14 и требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программе

высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой