

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

Кафедра № 23

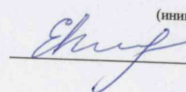
УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

Е.П. Виноградова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«25» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая обработка сигналов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и нанoeлектроника
Наименование направленности/ специализации	Системы сбора, обработки и отображения информации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц. к.т.н. доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Е.В. Силяков

(инициалы, фамилия)

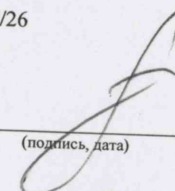
Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«16» февраля 2026 г, протокол № 7/26

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

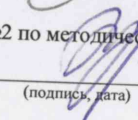
А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» направленности «Системы сбора, обработки и отображения информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

ПК-5 «Способен анализировать состояние научно-технической проблемы»

ПК-6 «Готов формулировать цели и задачи научных исследований, обладает способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методами, средствами и алгоритмами цифровой обработки сигналов в электронных устройствах.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины заключаются в формировании знаний по методологии представления, анализа и обработке дискредитированных сигналов.

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-4 Способен осуществлять характеристику сложно-функциональных цифровых блоков и проектировать электрические схемы цифровых электронных устройств, реализующие требуемые логические функции	ПК-4.В.1 владеть навыками использования функциональных возможностей и способов применения программных пакетов систем автоматизированного проектирования при разработке цифровых сложнофункциональных блоков
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы	ПК-5.3.1 знать принципы и методологию проведения исследований в области электроники и нанoeлектроники
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готов формулировать цели и задачи научных исследований, обладает способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-6.3.1 знать принципы построения изделий электроники и нанoeлектроники и физические принципы их функционирования

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математический анализ»,

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

- «Математическое моделирование устройств и систем»,
- «Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при проведении магистерского диссертационного исследования».

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
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	20	20
Вид промежуточной аттестации: 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 3					
Раздел 1. Параметрические модели случайных процессов в цифровой обработке сигналов. Тема 1.1. Предмет и метод. Постановка задачи при работе с случайными величинами. Тема 1.2. Параметрические модели случайных	3		4		4

процессов.					
Раздел 2. Интерполяция и аппроксимация дискретных сигналов. Тема 2.1. Методы аппроксимации. Тема 2.2. Методы интерполяции.	6		4		5
Раздел 3. Методы спектрального оценивания. Тема 3.1. Авторегрессионное спектральное оценивание. Тема 3.2. Классификация случайных процессов.	4		4		5
Раздел 4. Применение вейвлетов в ЦОС Тема 4.1. Общие сведения о вейвлетах. Тема 4.2. Применение вейвлет преобразований в ЦОС.	4		5		6
Раздел 5.					
Итого в семестре:	17		17		20
Итого	17	0	17	0	20

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
Раздел 1	Тема 1.1. Предмет и метод. Постановка задачи при работе с случайными величинами. Тема 1.2. Параметрические модели случайных процессов. Параметрические модели случайных процессов: модель авторегрессии (АР), скользящего среднего (СС) и авторегрессии – скользящего среднего (АРСС). Порождающий процесс. Порядок модели. Вероятностные характеристики моделей. Спектральные характеристики АР-, СС- и АРСС-моделей случайного процесса. Формирующий фильтр.
Раздел 2	Тема 2.1. Методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов (МНК). Теоретические положения. Применение в задачах фильтрации, сглаживания и параметрической идентификации. Базисные функции. Базисы Фурье, полиномы Чебышева 1-го и 2-го рода, полиномы Лагранжа. Свойство ортогональности. Тема 2.2. Методы интерполяции. Интерполяционные формулы Лагранжа, Ньютона. Проблемы вычислительной устойчивости. Интерполяция рядом Котельникова. Метод сплайн-интерполяции. Соотношения для квадратичных и кубических сплайнов. Сплайны Безье и возможности их применения в ЦОС. Сплайны Эрмита и возможности их

	применения в ЦОС. Интерполяция с сохранением спектра дискретного сигнала.
Раздел 3	Раздел 3. Методы спектрального оценивания. Тема 3.1. Авторегрессионное спектральное оценивание. Сравнительный анализ авторегрессионного и периодограммного методов спектрального оценивания: вычислительная сложность, разрешающая способность Тема 3.2. Классификация случайных процессов. Классификация случайных процессов на основе авторегрессионного представления. Решение задачи обнаружения сигнала на фоне помехи. Сегментация нестационарных случайных процессов. Обнаружение разладки процесса
Раздел 4	Тема 4.1. Общие сведения о вейвлетах. Определения. Свойства функций. Достоинства вейвлет-анализа сигналов. Сравнение с методологией скользящего оконного преобразования Фурье Тема 4.2. Применение вейвлет преобразований в ЦОС. Методология анализа характеристик сигналов с использованием вейвлетных спектров. Базисы вейвлетов. Фильтрация сигналов с использованием вейвлетных базисов.

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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

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
Семестр 3				
	Спектральный анализ на основе АРмоделирования	4	2	2
	Исследование нестационарного случайного процесса	4	2	2
	Разработка микропроцессорного	4	2	3

	сглаживающего МНК-фильтра			
	Вейвлет-анализ зашумленного нестационарного процесса	5	2	4
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

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 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	16	16
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	2	2
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	2	2
Всего:	20	20

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)
621.372 Ж 34	Цифровые фильтры частотной селекции: учебное пособие / О.О. Жаринов, И.О. Жаринов. - СПб: Изд-во ГУАП, 2019. – 77 с.	50
621.391 С32	Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / В.А. Сериков, В.Р. Луцев; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм.	50

	приборостроения. - СПб: Изд-во ГУАП, 2014. - 110с.	
621.391 3 59	Проектирование устройств цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С. И. Зиятдинов, Ю. В. Соколова ; С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 115 с. : рис., табл. - ISBN 978-5- 8088-1340-3 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	5

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
http://lib.aanet.ru/	Доступ в ЭБС «Лань», ЭБС «ZNANIUM», ЭБС «ЮРАЙТ» в соответствии с договором.

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
	Не предусмотрено

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-17

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; Задачи; Тесты.

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»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

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	Характеристики дискретных случайных процессов, формируемых при помощи линейных динамических моделей.	ПК-4.В.1
2	Оценивание параметров АР-модели по выборке. Метод ЮлаУолкера	ПК-5.3.1
3	Критерии выбор порядка авторегрессионной модели	ПК-6.3.1
4	Спектральное оценивание на основе авторегрессионного моделирования	ПК-4.В.1
5	Классификация случайных процессов на основе авторегрессионного представления	ПК-5.3.1
6	Сегментация нестационарных случайных процессов. Обнаружение разладки процесса.	ПК-6.3.1
7	Задачи интерполяции и аппроксимации. Методология решения.	ПК-4.В.1
8	Метод наименьших квадратов. Способы применения в ЦОС.	ПК-5.3.1
9	Сглаживающие фильтры на основе аппроксимации	ПК-6.3.1
10	Базисные функции, разновидности, свойства.	ПК-4.В.1
11	Сглаживающий цифровой МНК-фильтр	ПК-5.3.1
12	Разложение Карунена-Лоэва для сигналов в дискретном времени	ПК-6.3.1
13	Методы сплайн-интерполяции. Кубический сплайн	ПК-4.В.1
14	Сплайны Безье и варианты их применения в ЦОС	ПК-5.3.1
15	Интерполяция рядом Котельникова	ПК-6.3.1
16	Интерполяция с сохранением спектра дискретного сигнала с использованием восходящих дискретных систем	ПК-4.В.1
17	Интерполяция сплайнами Эрмита	ПК-5.3.1
18	Применение вейвлетов в ЦОС	ПК-6.3.1
19	Преобразование Хаара	ПК-4.В.1
20	Вейвлеты Добеши в дискретном времени	ПК-5.3.1
21	Оценивание параметров АР-модели по выборке. Метод Берга	ПК-6.3.1
22	Моделирование случайных процессов с заданными корреляционно-спектральными свойствами	ПК-4.В.1
23	Методология анализа свойств сигналов по их вейвлет-спектров	ПК-5.3.1

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	

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
	Учебным планом не предусмотрено

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												
1	Выберите один вариант ответа. Что наиболее корректно характеризует дискретную модель сигнала. А) представление сигнала последовательностью отсчётов во времени и/или пространстве; В) описание сигнала непрерывной функцией без дискретизации; С) любая модель, использующая преобразование Фурье; Д) графическое изображение амплитуды.	ПК-4.В.1												
2	Укажите верную последовательность. Метод Юла–Уокера для оценивания параметров AR модели порядка p . Элементы: А) оценивание автокорреляционной функции r по лагам; В) составление системы уравнений Юла–Уокера для заданного порядка p ; С) решение линейной системы для коэффициентов модели; Д) оценка дисперсии возмущения σ^2 в квадрате; Е) оценка и при необходимости корректировка порядка по информационным критериям.	ПК-4.В.1												
3	Установите соответствие между левой и правой колонками. Критерии выбора порядка AR модели и их краткие характеристики. <table><tr><th>Критерии выбора порядка</th><th>Краткая характеристика</th></tr><tr><td>1) AIC;</td><td>А) усиленный штраф за сложность с зависимостью от логарифма N;</td></tr><tr><td>2) BIC SBC;</td><td>В) минимизация ожидаемой ошибки предсказания;</td></tr><tr><td>3) FPE;</td><td>С) выбор порядка по обрыву значимых коэффициентов частичной автокорреляции;</td></tr><tr><td>4) Hannan–Quinn HQ;</td><td>Д) компромиссный штраф с множителем два логарифм логарифма N;</td></tr><tr><td>5) PACF.</td><td>Е) информационный критерий, зависящий от правдоподобия.</td></tr></table>	Критерии выбора порядка	Краткая характеристика	1) AIC;	А) усиленный штраф за сложность с зависимостью от логарифма N ;	2) BIC SBC;	В) минимизация ожидаемой ошибки предсказания;	3) FPE;	С) выбор порядка по обрыву значимых коэффициентов частичной автокорреляции;	4) Hannan–Quinn HQ;	Д) компромиссный штраф с множителем два логарифм логарифма N ;	5) PACF.	Е) информационный критерий, зависящий от правдоподобия.	ПК-4.В.1
Критерии выбора порядка	Краткая характеристика													
1) AIC;	А) усиленный штраф за сложность с зависимостью от логарифма N ;													
2) BIC SBC;	В) минимизация ожидаемой ошибки предсказания;													
3) FPE;	С) выбор порядка по обрыву значимых коэффициентов частичной автокорреляции;													
4) Hannan–Quinn HQ;	Д) компромиссный штраф с множителем два логарифм логарифма N ;													
5) PACF.	Е) информационный критерий, зависящий от правдоподобия.													
4	Выберите все правильные варианты. Задачи спектрального анализа. А) оценка распределения энергии и мощности по частотам; В) выделение тренда методом наименьших квадратов; С) идентификация доминирующих частот и гармоник; Д) подавление шумов в частотной области; Е) восстановление пропусков методом сплайнов.	ПК-4.В.1												
5	Дайте определение случайного процесса как математического объекта. Дайте краткий ответ в один–два предложения.	ПК-4.В.1												
6	Выберите один вариант ответа. Нестационарный случайный процесс это. Варианты: А) процесс, у которого статистические характеристики не зависят от времени; В) процесс, у которого статистические характеристики зависят от	ПК-5.3.1												

	времени; С) процесс, представленный дискретными отсчётами; D) процесс с нулевой автокорреляцией для всех лагов.													
7	Дайте развернутый ответ в два–три предложения. Сформулируйте сущность метода наименьших квадратов, укажите какой функционал минимизируется и какой результат получается.	ПК-5.3.1												
8	Выберите все правильные варианты. Назначение сглаживающего фильтра. Варианты: А) подавление высокочастотной помеховой составляющей; В) усиление быстрых переходов; С) выделение медленно меняющейся компоненты тренда; D) снижение дисперсии наблюдений; Е) восстановление фазы без запаздывания.	ПК-5.3.1												
9	Установите соответствие между левой и правой колонками. Базисные функции и их примеры. <table><tr><td>Базисные функции</td><td>Примеры</td></tr><tr><td>1) полиномиальная;</td><td>А) синусоида и косинус с круговой частотой $2\pi f_k$;</td></tr><tr><td>2) синусоидальная;</td><td>В) локальная кусочно кубическая аппроксимация с компактной поддержкой;</td></tr><tr><td>3) сплайн базис кубический В сплайн;</td><td>С) степень t в показателе k;</td></tr><tr><td>4) вейвлет базис;</td><td>Д) локализованные по времени и частоте функции, получаемые масштабированием и сдвигом материнской функции;</td></tr><tr><td>5) импульсная.</td><td>Е) дельта функция в точке t_k.</td></tr></table>	Базисные функции	Примеры	1) полиномиальная;	А) синусоида и косинус с круговой частотой $2\pi f_k$;	2) синусоидальная;	В) локальная кусочно кубическая аппроксимация с компактной поддержкой;	3) сплайн базис кубический В сплайн;	С) степень t в показателе k ;	4) вейвлет базис;	Д) локализованные по времени и частоте функции, получаемые масштабированием и сдвигом материнской функции;	5) импульсная.	Е) дельта функция в точке t_k .	ПК-5.3.1
Базисные функции	Примеры													
1) полиномиальная;	А) синусоида и косинус с круговой частотой $2\pi f_k$;													
2) синусоидальная;	В) локальная кусочно кубическая аппроксимация с компактной поддержкой;													
3) сплайн базис кубический В сплайн;	С) степень t в показателе k ;													
4) вейвлет базис;	Д) локализованные по времени и частоте функции, получаемые масштабированием и сдвигом материнской функции;													
5) импульсная.	Е) дельта функция в точке t_k .													
10	Укажите верную последовательность. Метод сплайн интерполяции. Элементы: А) задание узлов интерполяции и значений; В) формирование условий гладкости с непрерывностью функции и производных; С) задание граничных условий; D) решение трёхдиагональной системы для коэффициентов; Е) вычисление значений на отрезках.	ПК-5.3.1												
11	Дайте краткий ответ в одно–два предложения. Дайте определение вейвлета и укажите ключевое свойство материнской функции.	ПК-6.3.1												
12	Установите соответствие между левой и правой колонками. Оценивание параметров AR модели. <table><tr><td>Метод</td><td>Характеристика</td></tr><tr><td>1) Юла–Уокера;</td><td>А) использование ковариационной матрицы без нулевых граничных допущений;</td></tr><tr><td>2) ковариационный метод;</td><td>В) минимизация прямой и обратной ошибок с обеспечением устойчивости;</td></tr><tr><td>3) метод Бёрга;</td><td>С) решение уравнений по оценкам автокорреляции со структурой Тёплица;</td></tr><tr><td>4) обычный МНК;</td><td>Д) эквивалентность МНК при</td></tr></table>	Метод	Характеристика	1) Юла–Уокера;	А) использование ковариационной матрицы без нулевых граничных допущений;	2) ковариационный метод;	В) минимизация прямой и обратной ошибок с обеспечением устойчивости;	3) метод Бёрга;	С) решение уравнений по оценкам автокорреляции со структурой Тёплица;	4) обычный МНК;	Д) эквивалентность МНК при	ПК-6.3.1		
Метод	Характеристика													
1) Юла–Уокера;	А) использование ковариационной матрицы без нулевых граничных допущений;													
2) ковариационный метод;	В) минимизация прямой и обратной ошибок с обеспечением устойчивости;													
3) метод Бёрга;	С) решение уравнений по оценкам автокорреляции со структурой Тёплица;													
4) обычный МНК;	Д) эквивалентность МНК при													

		гауссовом шуме и максимизация правдоподобия;	
	5) метод максимального правдоподобия.	Е) минимизация суммы квадратов остатков между наблюдениями и моделью.	
13	Выберите все правильные варианты. Свойства, обеспечивающие корректность вейвлет преобразований. А) нулевое среднее материнского вейвлета; В) компактная поддержка для дискретных ортонормированных семейств; С) ортонормальность или биортонормальность базиса; D) строгая периодичность материнского вейвлета; Е) многоуровневый многоразрешающий анализ.		ПК-6.3.1
14	Выберите один вариант ответа. Суть преобразования Хаара. А) разложение по косинусам фиксированных частот; В) разложение по кусочно постоянным базисным функциям с операциями усреднения и разностей; С) преобразование, минимизирующее энтропию спектра Фурье; D) метод оценивания параметров AR модели.		ПК-6.3.1
15	Укажите верную последовательность. Дискретное вейвлет преобразование. А) применение низкочастотного и высокочастотного фильтров к сигналу; В) децимация результатов фильтрации; С) повторение операций для аппроксимационной компоненты следующего уровня; D) инициализация исходным дискретным сигналом x по индексу n ; Е) получение коэффициентов приближений и деталей.		ПК-6.3.1

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, приходить 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:

- Постановка задачи.
- Рассмотрение методов и методик решения поставленных задач.
- Выводы и рекомендации по использованию рассмотренных методов.
- Ответы на вопросы слушателей

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

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

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные компоненты:

1. Титульный лист установленного образца.
2. Цель работы.
3. Вариант задания с подробным описанием.
4. Основные теоретические сведения.
5. Пример выполнения задания (с приведением текстов программ и результатов работы при необходимости).
6. Выводы по работе.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета приведены в соответствующем разделе «Нормативная документация» на официальном сайте Государственного университета аэрокосмического приборостроения

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

Не предусмотрено.

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;

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.

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».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- от 0 до 54 баллов – “неудовлетворительно”;

- от 55 до 69 баллов – “удовлетворительно”;

- от 70 до 84 баллов – “хорошо”;

- 85 баллов и более – “отлично”.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» <https://docs.guap.ru/smk/3.76.pdf>.

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