

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
Старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)
Е.П. Виноградова
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Методы цифрового спектрального анализа»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и наноэлектроника
Наименование направленности	Системы сбора, обработки и отображения информации
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

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
«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Р. Бестутин
(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 «Методы цифрового спектрального анализа» 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-1 «Способен осуществлять сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговые сложно-функциональные блоки»

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»

ПК-8 «Способен осуществлять проектирование и сопровождение интегральных схем, систем на кристалле на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях описания»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с одним из важнейших направлений теории и практики цифровой обработки сигналов: математических методах выявления скрытых периодичностей в данных и практических приложениях методов цифрового спектрального анализа.

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

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

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

Предназначение данной дисциплины заключается в ознакомлении обучающегося с разнообразными приемами одного из мощнейших средств анализа временных рядов с целью выявления скрытых периодичностей и закономерностей.

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-1 Способен осуществлять сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговые сложно-функциональные блоки	ПК-1.У.2 уметь выбирать и описывать модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы	ПК-5.3.1 знать принципы и методологию проведения исследований в области электроники и наноэлектроники
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 наноэлектроники и физические принципы их функционирования ПК-6.У.1 уметь применять методы и средства проведения научных исследований и опытно-конструкторских разработок ПК-6.В.1 владеть навыками выбора методики проведения научных исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники с учетом физических эффектов в электронных приборах, анализа полученных результатов
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен осуществлять проектирование и сопровождение интегральных схем,	ПК-8.3.1 знать маршрут разработки и верификации цифровых устройств, проблемы обеспечения соответствия результатов функционально-логического моделирования и схемотехнического моделирования изделий

	систем на кристалле на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях описания	электроники, специализированные системы автоматизированного проектирования для моделирования и верификация моделей, написанных на языках описания аппаратуры ПК-8.У.1 уметь проводить тестирование цифровых устройств с целью сравнения результатов функционально-логического моделирования и схемотехнического моделирования
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математическое моделирование устройств и систем».

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

– «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)		
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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. Классические методы спектрального оценивания. Тема 1.1. Дискретное преобразование Фурье. Тема 1.2. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Тема 1.3. Оценки функции спектральной плотности мощности.	4		4		24
Раздел 2. Спектральное оценивание с использованием параметрических моделей временных рядов. Тема 2.1. Динамические модели временных последовательностей Тема 2.2. Авторегрессионные спектральные оценки. Тема 2.3. Спектральное оценивание на основе моделей авторегрессии-скользящего среднего.	8		8		24
Раздел 3. Методы цифрового спектрального анализа, для моделей в виде смеси квазидетерминированных сигналов с шумом. Тема 3.1. Метод Прони. Тема 3.2. Метод гармонического разложения Писаренко.	5		5		26
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	0	74

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	Раздел 1. Классические методы спектрального оценивания. Тема 1.1. Дискретное преобразование Фурье. Соотношения между непрерывным и дискретным преобразованиями Фурье. Масштабирование для определения мощности. Дополнение нулями. Свойства ДПФ вещественных цифровых последовательностей. Тема 1.2. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Базовый принцип алгоритма БПФ. Операция “бабочка”. Вычислительная сложность. Алгоритм Винограда. Вычисление ДПФ на скользящем временном окне. Рекуррентная формула вычисления ДПФ.

	<p>Тема 1.3. Оценки функции спектральной плотности мощности. Оценивание автокорреляции и взаимной корреляции. Коррелограммные методы оценки СПМ. Периодограммные методы оценки СПМ. Периодограмма Даньелла. Периодограмма Бартлетта. Периодограмма Уэлча. Комбинированные периодограммно-коррелограммные оценки. Разрешающая способность методов цифрового спектрального анализа. Спектральная утечка. Оконные функции. Главный лепесток. Уровень боковых лепестков спектра.</p>
Раздел 2	<p>Раздел 2. Спектральное оценивание с использованием параметрических моделей временных рядов.</p> <p>Тема 2.1. Динамические модели временных последовательностей. Авторегрессионные (АР) модели. Модели скользящего среднего (СС). Модели авторегрессии-скользящего среднего (АРСС). Соотношения между параметрами АР-, СС- и АРСС-моделей, связь с автокорреляционной последовательностью. Свойства АР-процесса. Авторегрессионные процессы с шумом наблюдения.</p> <p>Тема 2.2. Авторегрессионные спектральные оценки. Расчетные соотношения для авторегрессионного спектра. Спектральная факторизация. Уравнения Юла-Уолкера. Алгоритм Левинсона-Дарбина. Выбор порядка модели. Критерий Акаике. Оценивание мощности синусоидальных компонентов. Алгоритмы оценивания спектра на основе методов линейного предсказания. Оценивание коэффициентов отражения. Алгоритм Берга. Рекурсивное оценивание параметров авторегрессионной модели по методу максимального правдоподобия. Сравнительный анализ авторегрессионных и периодограммных спектральных оценок. Градиентные адаптивные авторегрессионные методы. Рекурсивные авторегрессионные методы.</p> <p>Тема 2.3. Спектральное оценивание на основе моделей авторегрессии-скользящего среднего. Оценивание параметров модели скользящего среднего. Раздельное оценивание параметров АР- и СС-моделей. Одновременное оценивание параметров модели АРСС. Метод Бокса-Дженкинса. Последовательный подход к оцениванию параметров модели АРСС. Свойства спектральной оценки на основе АРСС-модели.</p>
Раздел 3	<p>Раздел 3. Методы цифрового спектрального анализа, для моделей в виде смеси квазидетерминированных сигналов с шумом.</p> <p>Тема 3.1. Метод Прони. Модель процесса, принятая в методе Прони. Исходный метод спектрального анализа Прони. Одновременное оценивание параметров комплексных экспоненциальных функций. Метод наименьших квадратов Прони. Модифицированный метод Прони. Идентификация экспонент в шуме.</p> <p>Тема 3.2. Метод гармонического разложения Писаренко. Идентификация синусоид в шуме. Смешанные методы.</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
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				
1	Формирование временного ряда в формате аддитивной смеси гармонического сигнала с шумом	2	1	1
2	Дискретное преобразование Фурье и его свойства	2	1	1
3	Периодограммные оценки СПМ	4	2	2
4	Авторегрессионные спектральные оценки	4	2	2
5	Оценивание спектра по методу Писаренко	5	2	3
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)	32	32
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Домашнее задание (ДЗ)	34	34
Контрольные работы заочников (КРЗ)		

Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	74	74

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)
[621.391 С 32]	Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / В.А. Сериков, В.Р. Луцев; СПб: Изд-во ГУАП, 2014. - 110 с.	50
[519.1/.2 М28]	Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. Пер. с англ. М.: Мир, 1990. - 584 с.	8
[517 Х20]	Харкевич А.А. Спектры и анализ: монография - 4-е изд. - М.: Физматлит, 1990. - 236 с.	21
[621.391.26.037.272 О-75]	Основы цифровой обработки сигналов и математическое моделирование РЭС: методические указания к выполнению лабораторных работ /сост.: А.А. Монаков, А.М. Миролюбов. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2011. - 126 с.	84

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	Компьютерный класс	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
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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	

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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
	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
1	Соотношения между непрерывным и дискретным преобразованиями Фурье. Свойства ДПФ цифровых последовательностей.	ПК-1.У.2 ПК-8.У.1
2	Базовый принцип алгоритма БПФ. Операция “бабочка”. Вычислительная сложность.	ПК-5.3.1
3	Вычисление ДПФ на скользящем временном окне.	ПК-5.3.1
4	Коррелограммные методы оценки СПМ.	ПК-5.3.1

		ПК-6.3.1 ПК-8.У.1
5	Периодограммные методы оценки СПМ. Периодограмма Даньелла.	ПК-1.У.2
6	Периодограммные методы оценки СПМ. Периодограмма Бартлетта.	ПК-1.У.2
7	Периодограммные методы оценки СПМ. Периодограмма Уэлча.	ПК-1.У.2
8	Комбинированные периодограммно-коррелограммные оценки.	ПК-5.3.1
9	Разрешающая способность методов цифрового спектрального анализа.	ПК-5.3.1
10	Авторегрессионные (АР) модели и их свойства.	ПК-5.3.1
11	Модели скользящего среднего (СС) и их свойства.	ПК-5.3.1
12	Модели авторегрессии-скользящего среднего (АРСС) и их свойства.	ПК-5.3.1
13	Расчетные соотношения для авторегрессионного спектра. Спектральная факторизация.	ПК-1.У.2
14	Уравнения Юла-Уолкера. Алгоритм Левинсона-Дарбина.	ПК-1.У.2
15	Выбор порядка авторегрессионной модели	ПК-5.3.1 ПК-6.В.1
16	Алгоритм Берга.	ПК-1.У.2
17	Рекурсивное оценивание параметров авторегрессионной модели по методу максимального правдоподобия	ПК-5.3.1
18	Сравнительный анализ авторегрессионных и периодограммных спектральных оценок.	ПК-5.3.1 ПК-6.3.1
19	Оценивание параметров модели скользящего среднего. Метод Бокса-Дженкинса.	ПК-5.3.1 ПК-6.В.1
20	Метод спектрального анализа Прони и его модификации.	ПК-1.У.2
21	Метод гармонического разложения Писаренко.	ПК-1.У.2
22	Принципы разработки аппаратных средств для анализа спектральных характеристик процессов	ПК-6.У.1 ПК-8.У.1

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

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Дайте определение дискретной модели сигнала	ПК-1.У.2 ПК-8.У.1
2	В чем заключается метод ЮлаУолкера	ПК-5.3.1 ПК-6.В.1
3	Укажите основные критерии выбора порядка авторегрессионной	ПК-6.У.1

	модели	ПК-8.У.1
4	Какие задачи решает спектральный анализ	ПК-1.У.2
5	Что называется случайным процессом	ПК-8.У.1
6	Нестационарным случайным процессом называется	ПК-5.3.1
7	В чем заключается суть метода наименьших квадратов	ПК-1.У.21
8	Для чего предназначен сглаживающий фильтр	ПК-1.У.2
9	Что называется базисной функцией	ПК-5.3.1
10	В чем заключается метод сплайн-интерполяции	ПК-5.3.1
11	Что называется вейвлетом	ПК-6.3.1
12	В чем заключается оценивание параметров АР-модели	ПК-1.У.2
13	Какие свойства необходимы для вейвлет преобразований	ПК-6.3.1
14	В чем заключается преобразование Хаара	ПК-1.У.2
15	Опишите вейвлеты представленные дискретными сигналами	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 *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*.

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:

- 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

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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 работ утверждаются на заседании кафедры и выкладываются преподавателем в начале семестра в систему LMS и в личный кабинет студента.

Проведение лабораторных работ предполагает выполнение обучающимися обработки записанной реализации дискретизированного процесса, представленной в виде файла данных, с целью получения информации о периодических компонентах сигнала, содержащемся в реализации. Параметры и алгоритм обработки определяются обучающимся самостоятельно на основе методических указаний и навыков, полученных

при выполнении практических работ. Файлы данных также загружаются в систему LMS преподавателем.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Титульный лист
2. Цель и задачи работы.
3. Теоретические сведения о методах решения поставленных задач.
4. Схема лабораторной установки
5. Результаты измерений и расчетов.
6. Графические зависимости.
7. Выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет предоставляется индивидуально студентом. Должен соответствовать принятой структуре и форме. Таблицы и графики должны иметь названия. Выводы по работе должны быть сформулированы в форме ответов на поставленные в работе задачи, обязательно со ссылками на полученные расчетные значения и графические зависимости.

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.

Одним из методов текущего контроля успеваемости является отслеживание выполнения требований к своевременности представления обучающимся в своем личном кабинете результатов выполнения полученных заданий по лабораторным работам. 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».

- 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».

Итоговая аттестация производится по сумме набранных рейтинговых баллов по следующей шкале соответствия:

- от 0 до 54 баллов – “не зачтено”;
- 55 баллов и более – “зачтено”.
- .

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