



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА  
АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Ректор \_\_\_\_\_  
**Ю.Ю. Михальчевский**  
« 03 » ноября 2023 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Программирование процессоров цифровой обработки сигналов**

Направление подготовки  
**01.03.04 Прикладная математика**

Направленность программы (профиль)  
**Математическое и программное обеспечение  
беспилотных авиационных систем**

Квалификация выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2023

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Программирование процессоров цифровой обработки сигналов» являются формирование у обучающихся теоретических знаний, а также приобретение ими практических навыков и умений применения методов, принципов и алгоритмов цифровой обработки сигналов.

Задачами освоения дисциплины «Программирование процессоров цифровой обработки сигналов» являются:

- формирование у обучающихся знаний о методах и средствах цифровой обработки сигналов;
- приобретение обучающимися умений решения задач цифровой обработки сигналов, в том числе с применением электронно-вычислительных машин (далее – ЭВМ);
- применение полученных теоретических и практических знаний к решению профессиональных задач.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Программирование процессоров цифровой обработки сигналов» представляет собой дисциплину, относящуюся к асти формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина «Программирование процессоров цифровой обработки сигналов» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Информатика», «Прикладные задачи математического анализа», «Прикладные задачи линейной алгебры и аналитической геометрии», «Прикладные методы теории вероятностей и математической статистики», «Теория случайных процессов и основы теории массового обслуживания».

Дисциплина «Программирование процессоров цифровой обработки сигналов» является обеспечивающей для написания выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается в 8 семестре.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-3	Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и авиационных систем

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ИД <sup>1</sup> <sub>ПК-3</sub>	Разрабатывает математические модели и методы для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте на основе знаний в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин.
ИД <sup>2</sup> <sub>ПК-3</sub>	Оценивает адекватность и эффективность математических моделей
ПК-4	Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ для решения прикладных задач в сфере беспилотных авиационных систем
ИД <sup>1</sup> <sub>ПК-4</sub>	Применяет методы математического моделирования для решения научно-исследовательских задач в области воздушного транспорта.
ИД <sup>2</sup> <sub>ПК-4</sub>	Решает профессиональные задачи в сфере беспилотных авиационных систем с использованием аналитических и научных пакетов прикладных программ.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

**Знать:**

- основные источники информации для повышения своей квалификации в различных областях цифровой обработки сигналов;
- математические модели дискретных и аналоговых систем и область их применения;
- методы дискретизации и квантования, основные дискретные преобразования и методы цифровой фильтрации сигналов;

**Уметь:**

- применять информационные технологии для самостоятельного получения новых знаний в области цифровой обработки сигналов;
- выбирать эффективную методику цифровой обработки сигналов для конкретной задачи;
- использовать типовые инструментальные средства и пакеты прикладных программ для обработки сигналов на электронно-вычислительных машинах;

**Владеть:**

- методами получения новых знаний с использованием информационных технологий в области цифровой обработки сигналов;
- методами выбора и практической реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов;

– навыками компьютерного моделирования алгоритмов цифровой обработки сигналов.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Наименование	Всего часов	Семестры
		8
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Контактная работа:		
лекции	40	40
практические занятия	40	40
семинары		
лабораторные работы		
курсовой проект		
Самостоятельная работа студента	64	64
Промежуточная аттестация	36	36
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	33,5	33,5

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-3	ПК-4		
Тема 1. Дискретные сигналы	6	+		ВК, Л, ПЗ, СРС	О
Тема 2. Дискретные системы	18	+		Л, ПЗ, СРС	О, РСЗ

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-3	ПК-4		
Тема 3. Дискретное преобразование Фурье	6	+	+	Л, ПЗ, СРС	О
Тема 4. Проектирование дискретных фильтров	6		+	Л, ПЗ, СРС	О
Тема 5. Многоскоростная обработка сигналов	32	+		Л, ПЗ, СРС	О, РСЗ
Тема 6. Эффекты квантования и округления	40		+	Л, ПЗ, СРС	О, Д
Тема 7. Программирование процессов цифровой обработки сигналов	36	+		Л, ПЗ, СРС	О, Д
Итого за семестр	144				
Промежуточная аттестация	36				
Всего по дисциплине	180				

Сокращения: ВК – входной контроль, Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, Д – доклад, О – опрос, РСЗ – решение ситуационных задач, ПАР – письменная аудиторная работа, КП – курсовой проект, ЗКП – защита курсового проекта.

## 5.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КП	Всего часов
8 семестр						
Тема 1. Назначение радиотехнического оборудования в обеспечении различных этапов полета ВС	2	2		2		6
Тема 2. Физические основы радиотехнического оборудования	6	6		6		18
Тема 3. Радиотехническое оборудование наблюдения, навигации, посадки и связи	2	2		2		6
Тема 4. Роль и место авиационной электросвязи в структуре системы воздушного транспорта	2	2		2		6
Тема 5. Основы электросвязи	8	8		16		32
Тема 6. Авиационная электросвязь и	10	10		20		40

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КП	Всего часов
передача данных						
Тема 7. Средства авиационной электросвязи и передачи данных	10	10		16		36
Итого за семестр	40	40		64		144
Промежуточная аттестация						36
Всего за семестр						180
Всего по дисциплине						180

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, КП – курсовой проект.

### 5.3 Содержание разделов дисциплины

#### Тема 1. Дискретные сигналы

Понятие дискретного сигнала. Ложные частоты. Преобразование Фурье в дискретном времени, его свойства. Дискретизация аналоговых сигналов. Связь спектров аналогового и дискретизированного сигналов. Теорема Котельникова. Восстановление сигнала по дискретным отсчетам. Z преобразование, его свойства, область определения. Связь z-преобразования и преобразования Фурье в дискретном времени. Частотная ось на z-плоскости. Дискретизация узкополосных сигналов: квадратурная дискретизация, субдискретизация. Дискретные случайные сигналы. Дискретный белый шум.

#### Тема 2. Дискретные системы

Понятие дискретной системы. Линейность, стационарность, причинность, инерционность. Сущность линейной дискретной обработки. Алгоритм дискретной фильтрации. Разностное уравнение. Способы описания дискретных систем: импульсная характеристика, функция передачи, нули и полюсы, полюсы и вычеты, пространство состояний. Связь АЧХ с расположением нулей и полюсов функции передачи. Все пропускающие (фазовые) фильтры. Расчет импульсной характеристики дискретных систем. Устойчивость дискретных систем. Формы реализации дискретных систем: прямая, каноническая, транспонированная, последовательная (каскадная). Нерекурсивные фильтры. Симметричные фильтры. Системы первого порядка: простейшие фильтры нижних частот (ФНЧ) и верхних частот. Системы второго порядка: условие устойчивости, расчет резонатора и режектора второго порядка. Преобразование случайного процесса в дискретной системе.

#### Тема 3. Дискретное преобразование Фурье

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Связь ДПФ с преобразованием Фурье в дискретном времени и с дискретным рядом Фурье. Частотная шкала ДПФ. Дополнение сигнала нулями. Свойства ДПФ. Матрица ДПФ. Алгоритм

быстрого преобразования Фурье (БПФ) с прореживанием во времени. ДПФ как дискретная фильтрация. Алгоритм Герцеля. Дискретная фильтрация с помощью ДПФ. Линейная и круговая свертка. Секционирование свертки: перекрытие с суммированием и перекрытие с накоплением. Растекание спектра. Весовые функции (окна).

#### **Тема 4. Проектирование дискретных фильтров**

Постановка задачи синтеза. Классификация методов синтеза. Синтез по аналоговому прототипу: метод инвариантной импульсной характеристики, метод билинейного преобразования. Идеализированные дискретные фильтры: расчет импульсной характеристики в частотной и во временной области, идеальный ФНЧ, идеальный дифференцирующий фильтр. Прямые методы: субоптимальные (оконный метод) и оптимальные (минимизация среднеквадратической ошибки, минимаксный метод).

#### **Тема 5. Многоскоростная обработка сигналов**

Понятие многоскоростной обработки. Изменение частоты дискретизации: прореживание, интерполяция, передискретизация с рациональным коэффициентом. Возможности сокращения числа арифметических операций. Многокаскадная реализация прореживания и интерполяции.

#### **Тема 6. Эффекты квантования и округления**

Способы представления чисел в цифровых системах: представление отрицательных чисел, форматы с фиксированной запятой, форматы с плавающей запятой. Процесс квантования. Равномерное квантование. Шум квантования, его теоретическая модель. Эффекты квантования в цифровых фильтрах: погрешности представления коэффициентов, округление промежуточных результатов, переполнения, предельные циклы. Масштабирование коэффициентов цифровых фильтров. Влияние формы реализации фильтра на проявление эффектов квантования. Собственный шум цифрового фильтра, его теоретическая модель.

#### **Тема 7. Программирование процессов цифровой обработки сигналов**

Программирование процессов цифровой обработки одномерных и двумерных сигналов с использованием программного обеспечения.

### **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
8 семестр		
1	ПЗ 1. Дискретные сигналы. Основные операции над	

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
	дискретными сигналами. Сигналы конечной и бесконечной длительности. Периодичность дискретных сигналов. Дискретный гармонический сигнал.	2
2	ПЗ 2–4. Дискретные системы	6
3	ПЗ 5. Дискретное преобразование Фурье	2
4	ПЗ 6. Проектирование дискретных фильтров	2
5	ПЗ 7–10. Многоскоростная обработка сигналов	8
6	ПЗ 11–15. Эффекты квантования и округления	10
7	ПЗ 16–20. Программирование процессов цифровой обработки сигналов	10
Итого за семестр 8		40
Итого по дисциплине		40

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
8 семестр		
1	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	2
2	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	6
3	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	2
4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	2
5	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	16
6	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	20



Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
7	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по основной и дополнительной литературе	16
Итого за семестр 8		64
Итого по дисциплине		64

## 5.7 Курсовые проекты

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Аллен, Б.Д. **Think DSP. Цифровая обработка сигналов на Python** [Электронный ресурс] / Б.Д. Аллен ; пер. с англ. Бряндинский А.Э. – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 160 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93566> .— Загл. с экрана.

2. Сато, Ю. **Без паники! Цифровая обработка сигналов** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. Сато. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61023> — Загл. с экрана.

3. Литюк, В.И. **Методы цифровой многопроцессорной обработки ансамблей радиосигналов** [Электронный ресурс]: монография / В.И. Литюк, Л.В. Литюк. – Электрон. дан. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2009. – 592 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13749> .— Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

4. Магазинникова, А.Л. **Основы цифровой обработки сигналов** [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Л. Магазинникова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76274> — Загл. с экрана.

5. Марков, Ю. В. **Устройства приема и обработки сигналов: проектирование : учеб. пособие для вузов** / Ю. В. Марков, А. С. Боков ; под науч. ред. Н. П. Никитина. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 109 с. — (Серия: Университеты России). — ISBN 978-5-9916-9910-5. — Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/E737CD9B-B944-45FB-A0FC-69F31140A331](http://www.biblio-online.ru/book/E737CD9B-B944-45FB-A0FC-69F31140A331).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

**6. Национальный открытый университет** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses>, свободный. (дата обращения: Вариативной части).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

**7 Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: Вариативной части).

**8 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: Вариативной части).

**9 Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: Вариативной части).

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Компьютерные классы (ауд. 800–805) с доступом в Интернет, переносной проектор ACERX1261P.

Программное обеспечение: ОС Oracle Linux (GPL), OpenOffice / LibreOffice; Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Windows Office Professional, Oracle VirtualBox (GPL v2).

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

БЛА: DJI Tello EDU, Robomaster TT Tello Talent, Parrot AR.Drone 2.0.

Цифровые процессоры, отладочные платы, Software Defined Radio (SDR): отладочная плата STK600 (микроконтроллер AVR ATmega), отладочная плата STM32F4 (микроконтроллер ARM Cortex).

## **8 Образовательные и информационные технологии**

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения обучающимися дидактических единиц при изучении базовых дисциплин.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для раскрытия состояния и перспектив развития технических знаний в современных условиях. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность. Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который

сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести начальные практические навыки. Рассматриваемые в рамках практического занятия задачи, ситуации, примеры и проблемы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся. Практические занятия предусматривают участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой. Самостоятельная работа включает выполнение учебных заданий, в том числе и индивидуальных.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Оценочные средства включают: решение ситуационных задач, письменную аудиторную работу, задания, выдаваемые на самостоятельную работу по темам дисциплины (подготовка докладов), устный опрос пройденного материала.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции.

Обсуждение докладов обучающихся проходит в рамках практических занятий по темам дисциплины. Преподаватель, как правило, выступает в роли консультанта при заслушивании докладов, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. При этом обучающийся может обращаться к своим записям, приводить выдержки из периодической печати, сайтов интернета и т. д.

Решение ситуационных задач представляет собой практическое применение теоретических знаний к конкретной ситуации.

Письменная аудиторная работа выполняется обучающимися на

практических занятиях по индивидуальным вариантам на основании задания, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку практического применения полученных теоретических знаний.

Контроль выполнения задания, выполняемого на практических занятиях, преследует собой цель своевременного выявления плохо усвоенного материала дисциплины для последующей корректировки.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины и проводится в виде экзамена.

### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов по дисциплине**

Не применяется.

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Доклад:

«зачтено»: грамотное и непротиворечивое изложение сути вопроса при использовании современных источников. Обучающийся способен сделать обоснованные выводы, а также уверенно отвечать на заданные в ходе обсуждения вопросы;

«не зачтено»: неудовлетворительное качество изложения материала и неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации.

Письменная аудиторная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные

ошибки.

### 9.3 Темы курсовых проектов по дисциплине

Курсовые проекты не предусмотрены.

### 9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний формулируются преподавателем на основе содержания дисциплин, на которые опирается данная дисциплина, после размещения рабочих программ дисциплин в электронной информационно-образовательной среде и ежегодно обновляются преподавателем.

Примерные вопросы входного контроля:

1. Дайте определение понятию «сигнал».
2. Что называется дисперсией случайной величины? Как она обозначается? Докажите ее свойства. Как взаимосвязаны среднее квадратическое отклонение и дисперсия?
3. Чему равны числовые характеристики биномиального распределения; распределения Пуассона?
4. Что называется функцией распределения случайной величины? Сформулируйте ее свойства. В чем различие графиков функций распределения для непрерывной и для дискретной случайных величин?
5. Дайте определение плотности распределения вероятностей непрерывной случайной величины, сформулируйте ее свойства.
6. Каков вероятностный смысл параметров  $\mu$  и  $\sigma$  случайной величины, распределенной по нормальному закону? Напишите плотность нормального распределения.
7. Типы данных языка программирования.
8. Линейные программы.
9. Разветвляющиеся программы.
10. Массивы.
11. Указатели.
12. Символы и строки.
13. Функции.

### 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
-------------	---	---------------------

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ПК-3	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК-3</sub>	<p><b>Знает</b> математические модели и методы для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте на основе знаний в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин.</p> <p><b>Умеет</b> разрабатывать математические модели и методы для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте на основе знаний в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин.</p>
	ИД <sup>2</sup> <sub>ПК-3</sub>	<p><b>Знает</b>, как оценивать адекватность и эффективность математических моделей</p> <p><b>Умеет</b> оценивать адекватность и эффективность математических моделей</p>
ПК-4	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК-4</sub>	<p><b>Знает</b> методы математического моделирования для решения научно-исследовательских задач в области воздушного транспорта.</p> <p><b>Умеет</b> применять методы математического моделирования для решения научно-исследовательских задач в области воздушного транспорта.</p>
	ИД <sup>2</sup> <sub>ПК-4</sub>	<p><b>Знает</b> круг профессиональных задач в сфере беспилотных авиационных систем.</p> <p><b>Умеет</b> решать профессиональные задачи в сфере беспилотных авиационных систем с использованием аналитических и научных пакетов прикладных программ.</p>
II этап		
ПК-3	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК-3</sub>	<p><b>Владет</b> навыками разработки математических моделей и методов для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте на основе знаний в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин.</p>
	ИД <sup>2</sup> <sub>ПК-3</sub>	<p><b>Владет</b> навыками оценивания адекватности и эффективности математических моделей.</p>

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
ПК-4	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК-4</sub>  ИД <sup>2</sup> <sub>ПК-4</sub>	<b>Владеет</b> навыками применения методов математического моделирования для решения научно-исследовательских задач в области воздушного транспорта.  <b>Владеет</b> навыками решения профессиональных задач в сфере беспилотных авиационных систем с использованием аналитических и научных пакетов прикладных программ.

### ***Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации***

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках

компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

### **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости формулируются преподавателем на основании изученного на предыдущем занятии материала: теоретические вопросы, рассмотренные на лекции, либо типовые задачи, рассмотренные на практических занятиях. Конкретные контрольные задания определяются преподавателем накануне проведения письменного опроса.

*Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля:*

1. Перечислите основные понятия дискретных сигналов.
2. Запишите основные формулы спектрального анализа детерминированных дискретных сигналов.
3. Запишите основные формулы корреляционного анализа детерминированных дискретных сигналов.
4. Запишите основные формулы спектрального анализа случайных дискретных сигналов.
5. Запишите основные формулы корреляционного анализа случайных дискретных сигналов.
6. Перечислите основные понятия дискретных систем.
7. Перечислите способы описания и взаимного преобразования линейных дискретных систем.
8. Запишите основные формулы, описывающие преобразование сигналов линейными дискретными системами.
9. Назовите форматы представления чисел.
10. Охарактеризуйте квантование и связанные с ним эффекты.

*Вопросы экзамена повторяют темы и содержание тем (см. п. 5.3).*

Типовые вопросы для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Основные понятия дискретных сигналов.
2. Основы спектрального и корреляционного анализа детерминированных и случайных дискретных сигналов.
3. Основные понятия дискретных систем.
4. Характеристики линейных дискретных систем.
5. Способы описания и взаимные преобразования линейных дискретных систем.
6. Преобразование сигналов линейными дискретными системами.
7. Форматы представления чисел.



## 8. Квантование и связанные с ним эффекты.

Типовые практические задания для промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Вычислите спектр периодического дискретного сигнала.
2. Вычислите спектр непериодического дискретного сигнала.
3. Вычислите корреляционную функцию непериодического дискретного сигнала.
4. Вычислите корреляционную функцию периодического дискретного сигнала.
5. Опишите линейную дискретную систему согласно заданному способу описания.
6. Выполните взаимные преобразования линейной дискретной системы.
7. Представить число в заданном формате.
8. Осуществить квантование заданной величины.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания данной дисциплины характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПбГУ ГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить обучающихся с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении задач. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

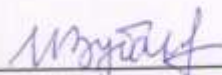
Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 8 «Прикладная математика и информатика» «28» сентября 2023 года, протокол № 2.

Разработчик:

к.т.н.

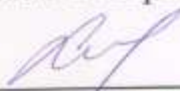


Зубакин И.А.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

И.о. заведующего кафедрой № 8 «Прикладная математика и информатика»

к.т.н.



Земсков Ю.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО

д.т.н., доцент



Костин Г.А.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «22» 11 2023 года, протокол № 3.