

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

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

В.К. Пономарев
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«18» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы теории фильтрации в задачах навигации и управления»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.ф.-м.н., доцент
(должность, уч. степень, звание)

А. Меров
(подпись, дата)

Лезов А.А.
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13
«18» февраля 2025 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

Доцент, к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

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

(подпись, дата)

В.Е. Таратун
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Методы теории фильтрации в задачах навигации и управления» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 24.04.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

ПК-1 «Способен формировать новые направления научных исследований и опытно- конструкторских разработок»

ПК-5 «Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с с методами обработки информации в системах навигации и управления движением.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Развитие у студентов основных навыков, позволяющих проанализировать и применить алгоритмы обработки информации, получаемой от навигационных систем и систем управления летательным аппаратом; предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области проектирования навигационных систем и комплексов.

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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3.2 знать цифровые ресурсы, инструменты и сервисы, включая интеллектуальные, для решения задач/проблем профессиональной деятельности УК-1.У.1 уметь искать нужные источники информации; анализировать, сохранять и передавать информацию с использованием цифровых средств; вырабатывать стратегию действий для решения проблемной ситуации УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-1.3.1 знать современные тенденции развития приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации летательных аппаратов и техники в целом ПК-1.У.1 уметь на основе новых знаний формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок
Профессиональные компетенции	ПК-5 Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности	ПК-5.3.1 знать теоретические основы анализа данных и машинного обучения ПК-5.3.2 знать принципы обучения и применения нейронных сетей ПК-5.3.3 знать теоретические основы и алгоритмы обучения с подкреплением ПК-5.3.4 знать специфику работы алгоритмов машинного обучения

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Теория вероятностей и математическая статистика» ;
- «Автоматизация инженерных расчетов» ;
- «Системы стабилизации, ориентации и навигации»;
- «Обработка навигационной информации».
- ...

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

- «Интегрированные системы ориентации и навигации»,
- «Спутниковые навигационные системы»,

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
		№1
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, 3Э/ (час)	6/ 216	6/ 216
Из них часов практической подготовки	22	22
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	111	111
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

[Трудоемкость, распределенная на часы практической подготовки не должна превышать общую трудоемкость по виду учебной работы].

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		ЛР	КП	СРС
	(час)	ПЗ (час)	(час)	(час)	(час)
Семестр 1					

Раздел 1. Динамические системы в задачах обработки навигационной информации					
Тема 1.1. Математические модели динамических систем и методы их описания	4	3	4		20
Тема 1.2. Примеры линейных систем в задачах обработки информации	2	2			11
Раздел 2. Основы теории непрерывной фильтрации и сглаживания					
Тема 2.1. Основы теории случайных процессов	4	2	9		20
Тема 2.2 Основы теории оптимальной фильтрации и сглаживания	4	7	2		40
Тема 2.3 Алгоритмы фильтрации и сглаживания в задачах обработки навигационной информации	3	3	2		20
Итого в семестре	17	17	17		111
Итого:	17	17	17	0	111

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
---------------	---

1	<p>Раздел 1. Динамические системы в задачах обработки навигационной информации</p> <p>Тема 1.1. Математические модели динамических систем и методы их описания</p> <p>Определение и классификация динамических систем. Описание поведения линейных динамических систем с помощью фундаментальной матрицы и весовой функции. Передаточные функции стационарных линейных динамических систем. Частотные характеристики стационарных линейных динамических систем. Взаимосвязь функций, используемых при описании линейных динамических систем.</p> <p>Тема 1.2. Примеры линейных систем в задачах обработки информации</p> <p>Интеграторы. Фильтры Баттерворта. Модель акселерометра. Модель гироскопа. Простейшая модель ошибок построения вертикали в инерциальной системе.</p>
2	<p>Раздел 2. Основы теории непрерывной фильтрации и сглаживания</p> <p>Тема 2.1. Основы теории случайных процессов</p> <p>Алгоритмы фильтрации и сглаживания в задачах обработки навигационной информации. Формирующий фильтр во временной области. Формирующий фильтр для стационарных процессов в частотной области. Построение формирующих фильтров для стационарных процессов с дробно-рациональными спектральными плотностями. Отбеливающие фильтры.</p>

	<p>Константы и тренды. Квазислучайные процессы гармонического типа. Винеровский процесс. Узкополосные марковские процессы. Спектры Баттерворта и соответствующие им процессы. Особенности дискретизации случайных процессов. Моделирование случайных процессов с заданными свойствами. Исследование свойств случайных процессов по их реализациям. Вариации Аллана.</p> <p>Тема 2.2 Основы теории оптимальной фильтрации и сглаживания</p> <p>Постановка и общее решение задачи оптимального линейного оценивания случайных процессов. Решение задачи стационарной фильтрации в частотной области с использованием уравнения Винера-Хопфа. Решение задачи оптимального оценивания путем непосредственной минимизации дисперсии ошибки. Метод спрямленных спектральных характеристик. Постановка и общее решение задачи оптимальной линейной фильтрации в пространстве состояний. Фильтр Калмана для непрерывных систем. Уравнения ошибок фильтра Калмана и их свойства. Инновационный процесс. Связь непрерывных и дискретных задач фильтрации. Взаимосвязь и отличия винеровского и калмановского подходов. Задача сглаживания и алгоритм ее решения.</p> <p>Тема 2.3 Алгоритмы фильтрации и сглаживания в задачах обработки навигационной информации</p> <p>Принцип распределения информации. Федеративные алгоритмы фильтрации. Анализ чувствительности алгоритмов фильтрации. Синтез алгоритмов фильтрации и анализ их точности при комплексной обработке показаний инерциальной и спутниковой систем. Синтез алгоритмов фильтрации и анализ их точности при комплексной обработке показаний акселерометра, данных о высоте и вертикальной скорости.</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	Трудоемко сть, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1				
1	Передаточные функции и частотные характеристики стационарных систем	Решение задач	4	1

2	Характеристики типовых случайных процессов	Решение задач	2	1
3	Построение формирующих фильтров в частотной и временной областях	Решение задач	2	2
4	Расчет фильтра Винера	Решение задач	2	2
5	Расчет фильтра Калмана	Решение задач	2	2
6	Контрольная работа	Решение задач	2	1, 2
7	Решение задачи сглаживания в частотной и временной областях	Решение задач	2	2
8	Синтез алгоритма комплексной обработки информации	Решение задач	1	2
Всего:			17	

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)	№ раздела дисциплины
Семестр 1			
1	Исследование стохастических систем в Matlab	4	1
2	Исследование характеристик случайных величин	2	2
3	Исследование характеристик случайных векторов	3	2
4	Моделирование случайных процессов в Matlab	4	2
5	Оптимальная фильтрация случайных процессов	4	2
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 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	31	31
Домашнее задание (ДЗ)	50	50
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	111	111

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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке)
519.1/.2 С 79	Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации: учебное пособие. Ч. 2. Введение в теорию фильтрации / О. А. Степанов. - СПб. : Изд-во ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2012. - 417 с.	20
519.1/.2 М 74	Моделирование и фильтрация случайных процессов: методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: А. В. Лопарев, О. А. Степанов. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. - 19 с.	84
519.1/.2 С 79	Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации [Текст] : учебное пособие. Ч. 1. Введение в теорию оценивания / О. А. Степанов ; – СПб. : Изд-во ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 496 с.	14

621.396.9 С79	Применение теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации: монография / О. А. Степанов ;— 3-е изд. — СПб. : Издво ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор», 2003. — 370 с. : :	10
621.372 Ш 32	Фильтры Винера и Калмана: учебное пособие / учебное пособие. - М. : Гелиос АРВ, 2008. - 408 с.	10
621.396 Н 15	Навигация и управление движением: материалы 8 конференции молодых ученых / Акад. навигации и упр. движением, ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", С.-Петербург. гос. ун-т ; ред. О. А. Степанов, В. Г. Пешехонов. - СПб. : Изд-во ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2007. - 386 с. :	1
629.7 С 78	Статистическая динамика и оптимизация управления летательных аппаратов: учебное пособие / В. Т. Бобронников [и др.] ; ред.: М. Н. Красильщиков, В. В. Малышев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Альянс, 2013. - 468 с.	5
519.1/2 В29	Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : монография / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - науч. изд. - М. : Наука, 1991. - 384 с	10
681.5 М54	Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5 т. / ред.: К. А. Пупков, Н. Д. Егупов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, Т. 1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / К. А. Пупков [и др.]. - 2004. - 656 с.	2
681.5 М54	Методы классической и современной теории автоматического управления [Текст] : учебник в 5 т. / ред.: К. А. Пупков, Н. Д. Егупов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, Т. 2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / К. А. Пупков [и др.]. - 2004. - 640 с	2
519.1/2 С24	Прикладные методы теории случайных функций: монография / А. А. Свешников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1968. - 464 с	5
621.396.98 Я74	Статистическая теория радионавигации [Текст] / М. С.Ярлыков. - М. : Радио и связь, 1985. - 344 с.	8

-	Введение в методы стохастической оптимизации и оценивания / О.Н. Граничин: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2003. – 131 с. http://www.math.spbu.ru/user/gran/papers/POSOB1.pdf	-
---	---	---

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://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=at&wshow=contents	Журнал "Автоматика и телемеханика"
https://basegroup.ru/community/articles/datafiltration	Технологии анализа данных. Фильтрация данных в системах анализа и прогноза

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Операционная система Microsoft Windows (версии 10 или 11) или Операционная система Linux (Debian 12, Ubuntu 22)
	Программный продукт MATLAB (версия не ниже R2020) или аналоги GNU Octave, FreeMat

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	

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; 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»	<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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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
1	Определение и классификация динамических систем	УК-1.3.2, УК-1.У.1, ПК-1.3.1,
2	Описание поведения линейных динамических систем с помощью фундаментальной матрицы и весовой функции	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2,
3	Передаточные функции стационарных линейных динамических систем. Частотные характеристики стационарных линейных динамических систем.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
	Взаимосвязь функций, используемых при описании линейных динамических систем	
4	Простейшие модели динамических систем. Интеграторы. Фильтры Баттерворта	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
5	Модели навигационных датчиков. Простейшая модель ошибок построения вертикали в инерциальной системе	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
6	Постановка задач фильтрации, сглаживания и прогноза	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
7	Формирующие фильтры	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
8	Построение формирующих фильтров для стационарных процессов с дробно-рациональными спектральными плотностями. Отбеливающие фильтры.	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2
9	Квазидетерминированные процессы. Константы и тренды. Квазислучайные процессы гармонического типа.	УК-1.3.2, УК-1.У.1,
10	Винеровский процесс. Спектры Баттерворта и соответствующие им процессы	УК-1.3.2, УК-1.У.1,

11	Узкополосные марковские процессы	УК-1.3.2, УК-1.У.1,
12	Особенности дискретизации случайных процессов	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
13	Исследование свойств случайных процессов по их реализациям. Вариации Аллана	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
14	Постановка и общее решение задачи оптимального линейного оценивания случайных процессов	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
15	Решение задачи стационарной фильтрации в частотной области с использованием уравнения Винера-Хопфа. Метод спрямленных спектральных характеристик	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
16	Постановка и общее решение задачи оптимальной линейной фильтрации в пространстве состояний. Фильтр Калмана для непрерывных систем	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1,
		ПК-1.У.1
17	Уравнения ошибок фильтра Калмана и их свойства. Инновационный процесс. Связь непрерывных и дискретных задач фильтрации	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
18	Взаимосвязь и отличия винеровского и калмановского подходов	ПК-1.У.1, ПК-1.В.1,
19	Задача сглаживания и алгоритм ее решения	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1, ПК-1.У.1

20	Принцип распределения информации	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2,
21	Федеративные алгоритмы фильтрации	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2,
22	Анализ чувствительности алгоритмов фильтрации	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2,
23	Синтез алгоритмов фильтрации и анализ их точности при комплексной обработке показаний инерциальной и спутниковой систем	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
24	Синтез алгоритмов фильтрации и анализ их точности при комплексной обработке показаний акселерометра, данных о высоте и вертикальной скорости	УК-1.3.2, УК-1.У.1, УК-1.В.2, ПК-1.3.1, ПК-1.У.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	<p>Каким из указанных свойств в общем случае не обладает автокорреляционная функция $K_x(t_1, t_2)$?</p> <p>$K_x(t_1, t_2) \geq 0$</p> <p>$K_x(t_1, t_2) = K_x(t_2, t_1)$</p> <p>$K_x(t, t) = \sigma_x^2(t)$</p> <p>$K_x(t_1, t_2) \leq \sigma_x(t_1)\sigma_x(t_2)$</p>	УК-1.3.2, УК-1.У.1
2	<p>Может ли процесс быть гауссовским, но не марковским и наоборот?</p> <p>Не может Гауссовский процесс может быть не марковским, но не наоборот</p> <p>Марковский процесс может быть не гауссовским, но не наоборот</p> <p>Марковский процесс может быть не гауссовским, а гауссовский процесс может быть не марковским</p>	УК-1.3.2, УК-1.У.1
3	<p>Для каких случайных процессов вводится понятие спектральной плотности?</p> <p>Для гауссовских</p> <p>Для стационарных</p> <p>Для центрированных</p> <p>Для марковских</p>	УК-1.3.2
4	<p>Является ли экспоненциально - коррелированный процесс интегрируемым и дифференцируемым?</p> <p>Не является</p> <p>Является интегрируемым, но не дифференцируемым</p> <p>Является дифференцируемым, но не интегрируемым</p>	УК-1.3.2, УК-1.У.1
	Является интегрируемым и дифференцируемым	
5	<p>Как иначе называется винеровский процесс?</p> <p>Белый шум</p> <p>Случайное блуждание</p> <p>Псевдослучайный процесс</p> <p>Пуассоновский процесс</p>	УК-1.3.2, УК-1.У.1

6	Что характеризуют вариации Аллана? Распределение амплитуд сигналов по частотам Распределение мощности сигналов по частотам Погрешности, осредненные на разных интервалах времени Стабильность показаний различных устройств	УК-1.3.2, УК-1.У.1
7	Как иначе называется инновационный процесс? Порождающий шум Шум измерений Невязка измерений Экспоненциально коррелированный процесс	УК-1.3.2, УК-1.У.1
8	Каким обязательно должен быть эргодический случайный процесс? Гауссовским Стационарным Центрированным Дифференцируемым	УК-1.3.2, УК-1.У.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
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

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:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- описание методов и алгоритмов, применяемых в современной теории фильтрации;
- демонстрация примеров решения задач анализа и синтеза алгоритмов обработки информации в системах навигации и управления;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

При проведении практических занятий обучающиеся выполняют последовательность заданий (задач). В соответствии с последовательностью в списке группы один из обучающихся работает у доски. Успешная работа у доски, а также проявление инициативности при решении задач на рабочем месте поощряются баллами в соответствии со шкалой модульно-рейтинговой системы университета.

Вариант контрольной работы обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. В соответствии с заданием обучающийся должен выполнить предложенные задания, получить и обосновать требуемые результаты.

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

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

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

Требования к проведению практических занятий

При проведении практических занятий обучающиеся выполняют последовательность заданий (задач). В соответствии с последовательностью в списке группы один или несколько из обучающихся работает у доски. Успешная работа у доски, а также проявление инициативности при решении задач на рабочем месте поощряются баллами в соответствии со шкалой модульно-рейтинговой системы университета.

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

Изложено в: Моделирование и фильтрация случайных процессов [Текст] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: А. В. Лопарев, О. А. Степанов. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. - 19 с. - Библиогр.: с. 15 (6 назв.). - Б. ц.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП (www.guar.ru) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guar.ru) в разделе «Сектор нормативной документации».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

11.6. 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.

Порядок прохождения текущего контроля успеваемости определяется Положениями ГУАП «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульнорейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.7. 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». Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине в форме экзамена.

Система оценок и требования к методам проведения промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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