


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

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель направления  
доц. к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

 В.К. Пономарев  
(подпись)  
«14» июня 2022 г.,

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код направления	24.04.02
Наименование направления	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

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

  
подпись, дата

А.И. Панферов  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«14» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13

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

  
подпись, дата

Н.А. Овчинникова  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.04.02(01)

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

  
подпись, дата

В.К. Пономарев  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель  
должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

В.Е. Таратун  
инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2022г.

## Аннотация

Дисциплина «Методы теории фильтрации в задачах навигации и управления» входит в образовательную программу высшего образования 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». Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных 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 6зачетных единицы, 216часов.

.Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Развитие студентами навыков анализа и синтеза алгоритмов обработки информации в системах навигации и управления, 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 образовательной программы

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 для решения задач/проблем профессиональной деятельности УК-1.У.1 уметь искать нужные источники информации; воспринимать, 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

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	6/216	6/216
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</b>	51	51
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
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	111	111
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	Экз.	Экз.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 1</b>					
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	2	2			11

информации					
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

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

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p><b>Раздел 1. Динамические системы в задачах обработки навигационной информации</b></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><b>Раздел 2. Основы теории непрерывной фильтрации и сглаживания</b></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	Трудоемкость, (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 (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

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
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>111</b>	<b>111</b>
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	0
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	31	31

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов 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. : Изд-во 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.	5



	Малышев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Альянс, 2013. - 468 с.	
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. Егунов. - 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. Егунов. - 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. <a href="http://www.math.spbu.ru/user/gran/papers/POSOB1.pdf">http://www.math.spbu.ru/user/gran/papers/POSOB1.pdf</a>	-

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=at&amp;wshow=contents">http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=at&amp;wshow=contents</a>	Журнал "Автоматика и телемеханика"
<a href="https://basegroup.ru/community/articles/data-filtration">https://basegroup.ru/community/articles/data-filtration</a>	Технологии анализа данных. Фильтрация данных в системах анализа и прогноза

## 8. Перечень информационных технологий

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Операционная система Microsoft Windows XP Professional
2	Программный продукт MATLAB 6.5

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

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 представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-04
2	Компьютерный класс	13-03в

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену 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"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> </ul>

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

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	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 мелко-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 / дифференцированного зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	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 выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	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 <math>K_x(t_1, t_2)</math>?</p> <p><math>K_x(t_1, t_2) \geq 0</math></p> <p><math>K_x(t_1, t_2) = K_x(t_2, t_1)</math></p> <p><math>K_x(t, t) = \sigma_x^2(t)</math></p> <p><math>K_x(t_1, t_2) \leq \sigma_x(t_1)\sigma_x(t_2)</math></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</p> <p>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	Как иначе называется винеровский процесс? Белый шум Случайное блуждание Псеводослучайный процесс Пуассоновский процесс	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**

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

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

Планируемы результаты при освоении обучающимся 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 прохождению практических занятий**

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;



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

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. В рамках данной дисциплины практические занятия проводятся не в интерактивной форме: выполнение упражнений, решение типовых задач.

### **Требования к проведению практических занятий**

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 лабораторных работ**

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 у 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**

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

### **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.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

Методические указания по выполнению лабораторных работ:

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.

## **11.4. 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.

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-методические материалы по дисциплине.

#### **11.4. 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 модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

#### **11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине в форме экзамена. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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