

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)

«29» мая 2023 г,

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Обработка навигационной информации»**

(Название дисциплины)

Код направления	24.05.06
Наименование направления	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2023 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

К.Т.Н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

А.С. Кошкарров

инициалы, фамилия

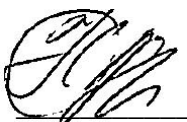
Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29» мая 2023 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

К.Т.Н., доц

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.05.06(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

## Аннотация

Дисциплина «Обработка навигационной информации» входит в образовательную программу подготовки студентов по направлению «24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленность «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой №13.

Целями преподавания дисциплины «Обработка навигационной информации» являются получение студентами необходимых навыков анализа и синтеза алгоритмов обработки навигационной информации, развитие навыков проектирования инерциальных навигационных систем и навигационных комплексов.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-6 «Способен осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами»

ПК-8 «Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения»

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями преподавания дисциплины «Обработка навигационной информации» являются получение студентами необходимых навыков анализа и синтеза алгоритмов обработки навигационной информации, развитие навыков проектирования инерциальных навигационных систем и навигационных комплексов.

**1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами	ОПК-6.3.1 знать современный математический аппарат и программные продукты, используемые при решении профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами ОПК-6.У.1 уметь создавать алгоритмы для решения типовых задач обработки информации ОПК-6.В.1 иметь навыки применения программных продуктов для обработки информации
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения	ПК-8.В.1 владеть навыками обобщения, формулирования и изложения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Математика. Математический анализ
- Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
- Основы профилизации
- Основы теории пилотажно-навигационных комплексов
- Технические средства навигации и управления движением
- Цифровые системы управления и обработки информации
- Основы теории управления

– Информатика  
Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при выпускной квалификационной работе.

### 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
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b><i>Из них часов практической подготовки</i></b>	8	8
<b><i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i></b>	51	51
лекции (Л), (час)	34	34
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	36	36
<b><i>Самостоятельная работа, всего (час)</i></b>	93	93
<b>Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен, дифференцированный зачет (Зачет. Экз. Дифф. зач)</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 и (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Основы теории оценивания.					
Тема 1.1. Примеры и постановки					

задач оценивания постоянных параметров при обработке информации.	2		5		10
Тема 1.2. Алгоритмы оценивания на основе минимизации наблюдаемых критериев. Метод наименьших квадратов .	4		2		10
Тема 1.3. Небайесовские алгоритмы оценивания	4				5
Тема 1.4. Байесовские алгоритмы оценивания.	2		2		5
Раздел 2. Основы теории фильтрации случайных последовательностей.					
Тема 2.1. Случайные последовательности	2		4		10
Тема 2.2. Оптимальные линейные алгоритмы фильтрации случайных последовательностей	4				9
Тема 2.3. Рекуррентные оптимальные байесовские алгоритмы фильтрации случайных последовательностей.	4		4		9
Тема 2.4. Задача сглаживания и алгоритм ее решения	4				9
Тема 2.5 Задачи фильтрации и сглаживания случайных последовательностей при комплексной обработке навигационных измерений	8				26
Итого в семестре:	34		17		93
Итого:	34	0	17	0	93

#### 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
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Основы теории оценивания</b> Тема 1.1. Примеры и постановки задач оценивания постоянных параметров при обработке информации

	<p>Оценивание коэффициентов полинома. Задача выставки инерциальной вертикали, простейший случай. Постановка линейной задачи оценивания. Определение временного запаздывания реализаций. Определение координат по измерениям дальностей до точечных ориентиров. Определение координат и скорости по спутниковым данным. Постановка нелинейной задачи оценивания и ее линеаризация. Задача комплексной обработки избыточных измерений.</p> <p>Тема 1.2. Алгоритмы оценивания на основе минимизации наблюдаемых критериев. Метод наименьших квадратов</p> <p>Основные положения и постановка задачи метода наименьших квадратов. Общее решение линейной задачи. Точность оценивания метода наименьших квадратов. Взаимосвязь и сопоставление различных алгоритмов оценивания метода наименьших квадратов в линейном случае. Решение нелинейных задач оценивания. Линеаризованные и итерационные алгоритмы. Особенности существенно нелинейных задач оценивания.</p> <p>Тема 1.3. Небайесовские алгоритмы оценивания</p> <p>Основные положения и постановка задачи. Метод максимума правдоподобия. Общее решение линейной гауссовской задачи. Решение нелинейной гауссовской задачи.</p> <p>Тема 1.4. Байесовские алгоритмы оценивания</p> <p>Линейные оптимальные оценки, их свойства. Решение линейной гауссовской задачи в общем случае. Методы синтеза субоптимальных алгоритмов калмановского типа для решения нелинейных задач. Анализ эффективности субоптимальных алгоритмов.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Основы теории фильтрации случайных последовательностей</b></p> <p>Тема 2.1. Случайные последовательности</p> <p>Определение случайной последовательности и ее описание. Стационарные случайные последовательности. Дискретный белый шум. Марковские последовательности. Формирующий фильтр. Динамика изменения матрицы ковариаций марковской последовательности.</p> <p>Тема 2.2. Оптимальные линейные алгоритмы фильтрации случайных последовательностей</p> <p>Постановка и решение нерекуррентного оптимального линейного оценивания случайных последовательностей. Постановка задачи рекуррентной оптимальной линейной фильтрации случайных последовательностей. Фильтр Калмана для случайных последовательностей. Уравнения ошибок фильтра Калмана. Инновационная последовательность. Динамика изменения матрицы ковариаций и установившийся режим в задаче фильтрации. Наблюдаемость в задачах оценивания случайных последовательностей. Модификации дискретного фильтра Калмана.</p> <p>Тема 2.3 Рекуррентные оптимальные байесовские алгоритмы фильтрации случайных последовательностей</p> <p>Постановка и общее решение задачи рекуррентной оптимальной</p>

	<p>фильтрации случайных последовательностей. Рекуррентное соотношение для апостериорной плотности в линейной задаче фильтрации. Вывод соотношений для фильтра Калмана, свойства оптимальных оценок. Методы синтеза рекуррентных субоптимальных алгоритмов решения нелинейных задач фильтрации. Анализ эффективности субоптимальных алгоритмов решения нелинейных задач фильтрации случайных последовательностей.</p> <p>Тема 2.4 Задача сглаживания и алгоритм ее решения</p> <p>Типы задач сглаживания. Решение задачи сглаживания на закрепленном интервале. Соотношение задач фильтрации и сглаживания.</p> <p>Тема 2.5 Задачи фильтрации и сглаживания случайных последовательностей при комплексной обработке навигационных измерений</p> <p>Задачи фильтрации при комплексной обработке показаний систем, непосредственно измеряющих комплексные параметры. Задача фильтрации при коррекции показаний навигационной системы. Линеаризованный и нелинейный случаи. Задачи фильтрации при комплексной обработке показаний инерциальных и спутниковых систем. Задачи фильтрации при комплексной обработке показаний гравиметра, 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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего:				

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9			
1	Вводное занятие	1	1
2	Моделирование случайных величин и векторов и определение их статистических характеристик	4	1
3	Методы оценивания постоянных параметров наблюдаемых сигналов	4	1



4	Моделирование стационарных случайных последовательностей	4	2
5	Оптимальная фильтрация случайных последовательностей	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 9, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	93	93
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	70	70
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	23	23
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

### 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
<b>519.1/2 С 79</b>	Степанов О.А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации: учебное пособие. Ч. 1: Введение в теорию оценивания / Гос. науч. центр РФ - Центр. науч.- исслед. ин.-т "Электроприбор", С.-Петербург. гос.	15

	ун-т технологии, механики и оптики. - СПб.: ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2009. - 496 с.	
<b>519.1/2 С 79</b>	Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации [Текст] : учебное пособие. Ч. 2. Введение в теорию фильтрации / О. А. Степанов ; Гос. науч. центр РФ ЦНИИ "Электроприбор", С.-Петербур. гос. нац. исслед. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - СПб. : Изд-во ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2012. - 417	19
<b>621.396.9 С79</b>	Степанов О.А. Применение теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации: монография / Гос. науч. центр РФ - Центр. науч.- исслед. ин-т "Электроприбор". - 3-е изд.. - СПб.: ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2003. - 370 с	10
<b>519.1/2 М 74</b>	Моделирование и фильтрация случайных процессов: методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербур. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: А. В. Лопарев, О. А. Степанов. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. - 19 с.	84
<b>629.7 Б12</b>	Обработка информации в навигационных комплексах [Текст] / О. А.Бабич. - науч. изд. - М. : Машиностроение, 1991. - 511 с	9
<b>621.391 В17</b>	Теория обнаружения, оценок и модуляции [Текст]: в 4 т. / Г. Ван Трис. - М. : Сов. радио, 1972 - 1977. <b>Т. 1</b> : Теория обнаружения, оценок и линейной модуляции / Ред. В. И. Тихонов. - 1972. - 744 с.	19
<b>006 М 64</b>	Алгоритмы оценивания результата трех измерений [Текст] / Л. А. Мироновский, В. А. Слаев. - СПб. : Проффессионал, 2010. - 192 с.	2

## 7.

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

## 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
	ПО Матлаб

### 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
1	Лекционная аудитория	13-03а
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Дисплейный класс	13-03б

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

Оценка компетенции	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> <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 (таблица 15)

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Постановка задачи оценивания коэффициентов полинома	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
2	Постановка задачи выставки инерциальной вертикали	ОПК-6.3.1,

		ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
3	Общая постановка линейной задачи оценивания	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1,
4	Постановка задачи определения временного запаздывания реализаций. Задача определения параметров гармонического сигнала	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
5	Постановка задачи определения координат по измерениям дальностей до точечных ориентиров. Определение координат и скорости по спутниковым данным	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
6	Общая постановка нелинейной задачи оценивания и ее линеаризация	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1,
7	Постановка задачи комплексной обработки избыточных измерений	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1,
8	Основные положения и постановка задачи метода наименьших квадратов. Общее решение линейной задачи. Точность оценивания метода наименьших квадратов	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1,
9	Взаимосвязь и сопоставление различных алгоритмов оценивания метода наименьших квадратов в линейном случае	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
10	Решение нелинейных задач оценивания методом наименьших квадратов. Линеаризованные и итерационные алгоритмы. Особенности существенно нелинейных задач оценивания	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
11	Небайесовские алгоритмы оценивания. Метод максимума правдоподобия	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
12	Линейные байесовские оценки, их свойства. Решение линейной гауссовской задачи в общем случае	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
13	Методы синтеза субоптимальных алгоритмов калмановского типа для решения нелинейных задач. Анализ эффективности субоптимальных алгоритмов	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
14	Определение случайной последовательности и ее описание. Стационарные и эргодические случайные последовательности	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
15	Типовые случайные последовательности	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
16	Формирующие фильтры. Динамика изменения матрицы ковариаций марковской последовательности	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
17	Постановка и решение нерекуррентного оптимального линейного оценивания случайных последовательностей	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1,

		ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
18	Постановка задачи рекуррентной оптимальной линейной фильтрации случайных последовательностей	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
19	Фильтр Калмана для случайных последовательностей. Уравнения ошибок фильтра Калмана. Инновационная последовательность	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
20	Динамика изменения матрицы ковариаций и установившийся режим в задаче фильтрации. Наблюдаемость в задачах оценивания случайных последовательностей. Модификации дискретного фильтра Калмана	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
21	Постановка и общее решение задачи рекуррентной оптимальной фильтрации случайных последовательностей	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
22	Методы синтеза рекуррентных субоптимальных алгоритмов решения нелинейных задач фильтрации. Анализ эффективности субоптимальных алгоритмов	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
23	Задача сглаживания случайных последовательностей. Решение задачи сглаживания на закрепленном интервале. Сопоставление задач фильтрации и сглаживания	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
24	Задача фильтрации при коррекции показаний навигационной системы	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
25	Задачи фильтрации при комплексной обработке показаний инерциальных и спутниковых систем	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1
26	Задачи фильтрации при комплексной обработке показаний гравиметра, данных о высоте и вертикальной скорости	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-8.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 17)

Таблица 17 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 18)

Таблица 18– Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

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

Планируемые результаты при освоении 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 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.

### **11.3. 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 промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов в форме экзамена с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам 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