

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

«Обработка навигационной информации»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.03.02
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.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.С. Кошкарров
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«18» февраля 2025 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н.
(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 «Обработка навигационной информации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 24.03.02 «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:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности»

ОПК-6 «Способен учитывать и применять современные методы и средства обработки информации в области навигации и управления движением летательных аппаратов»

ОПК-8 «Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением студентами необходимых навыков анализа и синтеза алгоритмов обработки навигационной информации, развитие навыков комплексной обработки разнородной навигационной информации и навигационных комплексов.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Обработка навигационной информации» является получение студентами необходимых навыков анализа и синтеза алгоритмов обработки навигационной информации, развитие навыков комплексной обработки разнородной навигационной информации 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 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.У.3 умеет проводить моделирование в профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен учитывать и применять современные методы и средства обработки информации в области навигации и управления движением летательных аппаратов	ОПК-6.3.1 знает современные программные продукты ОПК-6.У.1 умеет создавать алгоритмы для решения типовых задач обработки информации ОПК-6.В.1 имеет навыки применения программных продуктов для обработки информации
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-8.3.1 знать языки и платформы программирования для решения задач в профессиональной деятельности на основе компьютерных технологий ОПК-8.У.1 уметь составлять алгоритмы и компьютерные программы для исследования физических процессов в технических системах ОПК-8.В.1 владеть навыками отладки и верификации программ для выполнения технических расчетов и компьютерного

		моделирования систем и процессов
--	--	----------------------------------

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися 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».

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
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	30	30
в том числе:		
лекции (Л), (час)	20	20
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	10	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	78	78
Вид промежуточной аттестации:	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Основы теории оценивания. Тема 1.1. Примеры и постановки задач оценивания постоянных параметров при обработке информации. Тема 1.2. Алгоритмы оценивания на основе	10		5		39

минимизации наблюдаемых критериев. Метод наименьших квадратов. Тема 1.3. Небайесовские алгоритмы оценивания. Тема 1.4. Байесовские алгоритмы оценивания.					
Раздел 2. Основы теории фильтрации случайных последовательностей. Тема 2.1. Случайные последовательности. Тема 2.2. Оптимальные линейные алгоритмы фильтрации случайных последовательностей. Тема 2.3. Рекуррентные оптимальные байесовские алгоритмы фильтрации случайных последовательностей. Тема 2.4. Задача сглаживания и алгоритм ее решения. Тема 2.5 Задачи фильтрации и сглаживания случайных последовательностей при комплексной обработке навигационных измерений.	10		5		39
Итого	20	0	10	0	78

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. Основы теории оценивания</p> <p>Тема 1.1. Примеры и постановки задач оценивания постоянных параметров при обработке информации</p> <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</p>

	<p>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>Раздел 2. Основы теории фильтрации случайных последовательностей</p> <p>Тема 2.1. Случайные последовательности</p> <p>Определение случайной последовательности и ее описание. Стационарные случайные последовательности. Дискретный белый шум. Марковские последовательности.</p> <p>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 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 закреплённом 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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1.	Моделирование случайных величин и векторов и определение их статистических характеристик	4		1
2.	Методы оценивания постоянных параметров наблюдаемых сигналов и стационарных случайных последовательностей	2		2
4.	Оптимальная фильтрация случайных последовательностей	4		2
Всего		10		

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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	60
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	8	8
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	78	78

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.1/.2 С79	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.- Петерб. гос. ун-т технологии, механики и оптики. - СПб.: ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2009. - 496 с.	15
519.1/.2 С79	Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации [Текст] : учебное пособие. Ч. 2. Введение в теорию	19

	фильтрации / О. А. Степанов ; Гос. науч. центр РФ ЦНИИ "Электроприбор", С.-Петербург. гос. нац. исслед. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - СПб. : Изд-во ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор", 2012. - 417 с	
621.396.9 С79	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
519.1/.2 М74	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

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.elektropribor.spb.ru/	Сайт концерна «Электроприбор»

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в 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	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Дисплейный класс	13-036

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Постановка задачи оценивания коэффициентов полинома	ОПК-6.3.1
2	Постановка задачи выставки инерциальной вертикали	ОПК-6.3.1
3	Общая постановка линейной задачи оценивания	ОПК-6.В.1
4	Постановка задачи определения временного запаздывания реализаций. Задача определения параметров гармонического сигнала	ОПК-8.3.1, ОПК-6.3.1
5	Постановка задачи определения координат по измерениям дальностей до точечных ориентиров. Определение координат и скорости по спутниковым данным	ОПК-8.3.1, ОПК-6.3.1
6	Общая постановка нелинейной задачи оценивания и ее линеаризация	ОПК-8.3.1, ОПК-6.3.1
7	Постановка задачи комплексной обработки избыточных измерений	ОПК-8.3.1, ОПК-6.3.1
8	Основные положения и постановка задачи метода наименьших квадратов. Общее решение линейной задачи. Точность оценивания метода наименьших квадратов	ОПК-8.3.1, ОПК-6.3.1
9	Взаимосвязь и сопоставление различных алгоритмов оценивания метода наименьших квадратов в линейном случае	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.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	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1,

	оценивания	ОПК-6.В.1,
11	Небайесовские алгоритмы оценивания. Метод максимума правдоподобия	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
12	Линейные байесовские оценки, их свойства. Решение линейной гауссовской задачи в общем случае	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.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-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
14	Определение случайной последовательности и ее описание. Стационарные и эргодические случайные последовательности	ОПК-8.3.1
15	Типовые случайные последовательности	ОПК-8.3.1
16	Формирующие фильтры. Динамика изменения матрицы ковариаций марковской последовательности	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
17	Постановка и решение нерекуррентного оптимального линейного оценивания случайных последовательностей	ОПК-8.3.1
18	Постановка задачи рекуррентной оптимальной линейной фильтрации случайных последовательностей	ОПК-8.3.1
19	Фильтр Калмана для случайных последовательностей. Уравнения ошибок фильтра Калмана. Инновационная последовательность	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1,
20	Динамика изменения матрицы ковариаций и установившийся режим в задаче фильтрации. Наблюдаемость в задачах оценивания случайных последовательностей. Модификации дискретного фильтра Калмана	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ОПК-1.У.3.
21	Постановка и общее решение задачи рекуррентной оптимальной фильтрации случайных последовательностей	ОПК-8.3.1
22	Методы синтеза рекуррентных субоптимальных алгоритмов решения нелинейных задач фильтрации. Анализ эффективности субоптимальных алгоритмов	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ОПК-1.У.3.
23	Задача сглаживания случайных последовательностей. Решение задачи сглаживания на закреплённом интервале. Сопоставление задач фильтрации и сглаживания	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ОПК-1.У.3.
24	Задача фильтрации при коррекции показаний навигационной системы	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ОПК-1.У.3.
25	Задачи фильтрации при комплексной обработке показаний	ОПК-8.В.1,

	инерциальных и спутниковых систем	ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ОПК-1.У.3.
26	Задачи фильтрации при комплексной обработке показаний гравиметра, данных о высоте и вертикальной скорости	ОПК-8.В.1, ОПК-8.У.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ОПК-1.У.3.

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>При каких значениях матрицы Q оценки в линейной гауссовой задаче, полученные на основе МНК и МФП совпадают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $Q=R$ 2. $Q=R^{-1}$ 3. $Q=R^T$ 4. $Q=R^{-T}$ <p>Ответ: $Q=R^{-1}$</p>	ОПК-1		
2	<p>При решении линейной гауссовской задачи методом максимума функции правдоподобия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ошибка оценки зависит от оцениваемого вектора - матрица ковариаций зависит от оцениваемого вектора - ошибка оценки инвариантна относительно оцениваемого вектора - точность решения зависит от состава параметров <p>Ответ: При решении линейной гауссовой задачи методом максимума функции правдоподобия ошибка оценки инвариантна относительно оцениваемого вектора и матрица ковариаций от него не зависит</p>			
3	<p>Выберите правильное описание переменных описывающих полный состав измерений</p> <table border="1"> <tr><td>x</td></tr> <tr><td>y</td></tr> <tr><td>v</td></tr> </table> <p>- ошибки измерений</p>		x	y
x				
y				
v				

	<div>- измерения</div> <div>- оцениваемый параметр</div> <div>Ответ:</div> <table><tr><td>x</td><td>измерения</td></tr><tr><td>y</td><td>оцениваемый параметр</td></tr><tr><td>v</td><td>ошибки измерения</td></tr></table>	x	измерения	y	оцениваемый параметр	v	ошибки измерения	
x	измерения							
y	оцениваемый параметр							
v	ошибки измерения							
4	<div>Запишите величины в порядке возрастания для Гауссовской случайной величины:</div> <div>A - Предельная ошибка</div> <div>B - Вероятное отклонение</div> <div>C - Среднее абсолютное отклонение</div> <div>D - Среднеквадратическое отклонение</div> <div>Ответ:</div> <table><tr><td>D</td><td>B</td><td>C</td><td>A</td></tr></table>	D	B	C	A			
D	B	C	A					
5	<div>Какие предположения о характере оцениваемого вектора и ошибок измерений вводятся при рассмотрении метода наименьших квадратов?</div> <div>Ответ: При рассмотрении МНК вводятся предположение о детерминированности вектора оцениваемых параметров и ошибок оценивания</div>							
1	<div>В выражении для обобщенного критерия МНК матрица Q может быть:</div> <div>1. любой симметричной.</div> <div>2. симметричной отрицательно неопределенной.</div> <div>3. положительно определённой.</div> <div>4. диагональной единичной.</div> <div>Ответ 2, симметричной отрицательно неопределенной</div>	ОПК-6						
2	<div>Какая величина называется дискретной случайной величиной:</div> <div>- в которой в качестве событий конечный или счетный набор чисел</div> <div>- которая может принимать конечное или счетное число значений</div> <div>- которая отвечает требованиям конечного возрастания</div> <div>- которая имеет нулевое математическое ожидание</div> <div>Ответ: Дискретной случайной величиной называется такая, которая может принимать конечное или счетное число значений</div>							
3	<div>Расположите m-функции Matlab в соответствии с выполняемой ими функцией</div> <table><tr><td>hist</td></tr><tr><td>rand</td></tr><tr><td>std</td></tr><tr><td>cdf</td></tr></table> <div>- вычисление функции плотности распределения вероятностей</div> <div>- формирование случайной величины</div>		hist	rand	std	cdf		
hist								
rand								
std								
cdf								

	<div>- построение гистограммы</div> <div>- вычисление среднеквадратического отклонения</div> <div>Ответ:</div> <table><tr><td>hist</td><td>построение гистограммы</td></tr><tr><td>rand</td><td>формирование случайной величины</td></tr><tr><td>std</td><td>вычисление среднеквадратического отклонения</td></tr><tr><td>cdf</td><td>вычисление функции плотности распределения вероятностей</td></tr></table>	hist	построение гистограммы	rand	формирование случайной величины	std	вычисление среднеквадратического отклонения	cdf	вычисление функции плотности распределения вероятностей	
hist	построение гистограммы									
rand	формирование случайной величины									
std	вычисление среднеквадратического отклонения									
cdf	вычисление функции плотности распределения вероятностей									
4	<div>Расположите в порядке последовательного применения m-функции при построении графика^</div> <div>A -plot</div> <div>B - xlabel</div> <div>C - clear all</div> <div>D - figure</div> <div>Ответ:</div> <table><tr><td>C</td><td>D</td><td>A</td><td>B</td></tr></table>	C	D	A	B					
C	D	A	B							
5	<div>Какие предположения о характере оцениваемого вектора и ошибок измерений вводятся при рассмотрении байесовских алгоритмов оценивания?</div> <div>Ответ: При рассмотрении байесовских алгоритмов оценивания вводятся предположение о случайности вектора оцениваемых параметров и случайности ошибок оценивания</div>									
1	<div>Минимальным значением дисперсии оценки по МНК при наличии m измерений с дисперсиями σ^2 является:</div> <div>1. σ^2/m</div> <div>2. σ/m</div> <div>3. m/σ</div> <div>4. $m\sigma^2$</div> <div>Ответ: σ^2/m</div>									
2	<div>В алгоритме оценивания навигационного параметра с локальными итерациями:</div> <div>- на следующем шаге точка линеаризации модели измерений равна оценке состояния на предыдущем шаге</div> <div>-на каждом шаге она увеличивается на разность между средним значением измерений и оценки, вычисленной на предыдущем шаге</div> <div>- используется линеаризованная модель измерений полученная на первом шаге</div> <div>Ответ: При использовании линеаризации с локальными итерациями в качестве значения оценки используется полученное на предыдущем шаге значение</div>	ОПК-8								
3	<div>Пусть i это момент времени, для которого проводится оценка, а j текущий момент времени расположите соответственно типам задач фильтрации:</div>									

	<table><tr><td>$i=j$</td></tr><tr><td>$i<j$</td></tr><tr><td>$i>j$</td></tr></table> <p>- задача фильтрации - задача интерполяции - задача экстраполяции</p> <p>Ответ:</p> <table><tr><td>$i=j$ –</td><td>задача фильтрации</td></tr><tr><td>$i<j$ –</td><td>задача интерполяции</td></tr><tr><td>$i>j$ –</td><td>задача экстраполяции</td></tr></table>	$i=j$	$i<j$	$i>j$	$i=j$ –	задача фильтрации	$i<j$ –	задача интерполяции	$i>j$ –	задача экстраполяции	
$i=j$											
$i<j$											
$i>j$											
$i=j$ –	задача фильтрации										
$i<j$ –	задача интерполяции										
$i>j$ –	задача экстраполяции										
4	<p>Запишите способы реализации алгоритмов в порядке усложнения:</p> <p>A -ФК B - ММНК C - МНК D - ОМНК</p> <p>Ответ:</p> <table><tr><td>C</td><td>D</td><td>B</td><td>A</td></tr></table>	C	D	B	A						
C	D	B	A								
5	<p>Какие предположения о характере оцениваемого вектора и ошибок измерений вводятся при рассмотрении при рассмотрении небайесовских алгоритмов оценивания?</p> <p>Ответ: При рассмотрении небайесовских алгоритмов оценивания вводятся предположение о детерминированности вектора оцениваемых параметров и случайности ошибок оценивания</p>										

Примечание:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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.

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 выполнению 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 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) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (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.

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).

11.4. 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 модульнорейтинговой 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. Она включает в себя:

- 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».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf

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