

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления ракет
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ _____

Кабанов Сергей Александрович, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-6/23 — способность проводить системный анализ, разрабатывать варианты решения проблемы, определять оптимальные решения в условиях многокритериальности, неопределенности с использованием методов теории принятия решений и искусственного интеллекта

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-6/23

знания:

методов и алгоритмов оптимального управления системой при действии возмущений, построения вычислительных алгоритмов, точности решения задач оценивания и управления;;

умения:

разрабатывать алгоритмы нахождения оценок вектора состояния систем и оптимального управления при действии возмущений, применять методы и строить алгоритмы вычисления оптимального управления системами при неполной информации;;

навыки:

построения алгоритмов программной реализации оптимальной динамики систем при неполной информации..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.06 *Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
- ОПК-8 — Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"
- ПСК-3 — Способен определять состав и структуру системы управления летательным аппаратом, выбирать способ управления полетом
- ПСК-6/23 — Способен проводить системный анализ, разрабатывать варианты решения проблемы, определять оптимальные решения в условиях многокритериальности, неопределенности с использованием методов теории принятия решений и искусственного интеллекта

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-6/23
5	9	Раздел 1. Наблюдаемость. 1.1 Фундаментальная матрица сопряженной системы. 1.2. Наблюдение вектора состояния. Наблюдаемость линейных стационарной и нестационарной систем. 1.3. Основные свойства оценки. 1.4. Модальное управление при полной и неполной информации. фильтр Луенбергера.	21	6	2	4	15	20
5	9	Раздел 2. Стохастическая теория оценивания. 2.1 Некоторые типы случайных процессов. 2.2. Стохастическое исчисление. Дифференцирование по Ито. Интеграл Ито. 2.3. Метод наименьших квадратов. 2.4. критерий максимального правдоподобия. 2.5. Уравнение Винера-Хопфа. 2.6. Непрерывный фильтр Калмана. 2.7. Дискретный фильтр Калмана. 2.8. получение непрерывного фильтра Калмана из дискретного. 2.9. Фильтр Калмана для нелинейных систем. 2.10. Особые случаи фильтра Калмана.	36	16	6	10	20	20
5	9	Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация. 3.1. Линейная минимаксная фильтрация с энергетическими ограничениями. 3.2. Задача прогнозирования с энергетическими ограничениями. 3.3. Задача сглаживания с энергетическими ограничениями. 3.4. Минимаксная фильтрация с мгновенными ограничениями.	26	6	2	4	20	20
5	9	Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления. 4.1. Линейная стохастическая теория управления. Теорема разделения. Двойственность. 4.2. управление нелинейной системой при действии возмущений.	28	8	2	6	20	20
5	9	Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем. 5.1. Уравнение линеаризованного фильтра Калмана 5.2. Совмещенный синтез оптимального управления как иерархическая дифференциальная игра. 5.3. Применение теории информации к проблемам фильтрации.	33	15	5	10	18	20
Всего за 9 семестр			144	51	17	34	93	100
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Наблюдаемость.	Вычисление аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов. Инвариантность по возмущению.	2
2		Примеры на оценку наблюдаемости.	2
3	Раздел 2. Стохастическая теория оценивания.	Оценка вектора состояния модели реактора.	3
4		Оценивание положения и скорости материальной точки (дискретный и непрерывный фильтры Калмана).	2
5		Управление скоростью при квадратичном сопротивлении.	2
6		Особый случай фильтра Калмана при отсутствии погрешности в измерении.	3
7	Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация.	Система самонаведения	2
8		Система стабилизации угла тангажа.	2
9	Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления.	Фильтр Луинбергера при неполной информации	3
10		Управление реактором при действии возмущений	3
11	Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем.	Управление скоростью при квадратичном сопротивлении и действии возмущения	2
12		Коллоквиум	4
13		Прием домашнего задания	4
Всего за 9 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№	Номер и наименование	Содержание учебного задания	Объем,
---	----------------------	-----------------------------	--------

п/п	раздела дисциплины		часов
1	Раздел 1. Наблюдаемость.	Подготовка к практическим занятиям. Обзор литературы по домашнему заданию. Изучение рекомендуемой литературы.	15
2	Раздел 2. Стохастическая теория оценивания.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	20
3	Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	20
4	Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	20
5	Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем.	Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к сдаче домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	18
Всего за 9 семестр			93

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9					Вопр. Экз	ДР	Вопр. Экз			ДР		Вопр. Экз			ДЗ	ДР	Колл

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- ДЗ – домашнее задание;
- Колл – коллоквиум.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Козлов. . Системы автоматического управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 1979, 10 экз.
2. С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997, 55 экз.
3. С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 71 экз.
4. С. А. Кабанов, А. А. Александров. Прикладные задачи оптимального управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 145 экз.
5. С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 41 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <https://repository.library.voenmeh.ru/jsrui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
6. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.06 *Системы управления летательными аппаратами*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-6/23 способность проводить системный анализ, разрабатывать варианты решения проблемы, определять оптимальные решения в условиях многокритериальности, неопределенности с использованием методов теории принятия решений и искусственного интеллекта.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами и алгоритмами управления при действии возмущений, методами оценки точности управления и способами повышения точности, основанными на теории оптимальной фильтрации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Наблюдаемость.		
Подготовка к практическим занятиям. Обзор литературы по домашнему заданию. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях: СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997 (раздел 1.4, 2.8) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 1)	15
Итого по разделу 1		15
Раздел 2. Стохастическая теория оценивания.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 2,3) С. А. Кабанов, А. А. Александров. Прикладные задачи оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (раздел 4,6)	20
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 3.7) В. И. Козлов. . Системы автоматического управления летательными аппаратами: М.: Машиностроение, 1979 (раздел 3)	20
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях: СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997 (раздел 4.4.2) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 4) С. А. Кабанов, А. А. Александров. Прикладные задачи оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (раздел 7,9)	20
Итого по разделу 4		20
Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем.		
Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к сдаче домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 4.5, 3.6) С. А. Кабанов, А. А. Александров. Прикладные	18

	задачи оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (раздел 6,7,9) С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (раздел 2)	
Итого по разделу 5		18

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- коллоквиум;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену в УМК дисциплины.

Домашнее задание

Отчет по домашнему заданию должен содержать полное решение согласованной с преподавателем в начале семестра задачи.

Примеры домашнего задания и типовые задачи представлены в УМК в дисциплины.

Коллоквиум

Успешное прохождение коллоквиума обеспечивается при полном и правильном ответе на один вопрос из предусмотренного комплекта.

Комплект вопросов к коллоквиуму представлен в УМК дисциплины

Экзамен

Допуск к экзамену осуществляется при выполнении всех контрольных мероприятий в семестре. Билет состоит из вопроса и задачи.

Оценка-"отлично" ставится при решении задачи, и полном ответе на вопрос билета.

Оценка- "хорошо" ставится при решении задачи и неполном ответе на вопрос.

Оценка -"удовлетворительно" ставится при не полном решении задачи, и не полном ответе на вопрос.

Или при выполнении в семестре всех мероприятий в семестре в срок.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-6/23	
5	9	Раздел 1. Наблюдаемость.	21	6	2	4	15	20	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 2. Стохастическая теория оценивания.	36	16	6	10	20	20	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация.	26	6	2	4	20	20	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления.	28	8	2	6	20	20	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем.	33	15	5	10	18	20	Домашнее задание, Коллоквиум
Всего за 9 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	

Критерии оценивания

ПСК-6/23

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Оценка называется несмещенной, если ...
- № 2 Метод наименьших квадратов определяется из минимума ...
- № 3 Байесовская оценка равна ...
- № 4 Непрерывный фильтр Калмана определяется дифференциальным уравнением для оценки состояния с обратной связью по ошибке оценивания и уравнением для матрицы ковариаций в типа ...
- № 5 Решение задачи минимаксной фильтрации для линейной системы формирует выпуклую область в виде ...
- № 6 Теорема разделения для линейной динамической системы и линейных наблюдениях отделяет задачу оценивания от задачи управления.
- Опишите очередность решения этих задач.
- № 7 Для системы $dx/dt=-x+v$, $z=x+w$, v , w – белые шумы, написать уравнения фильтра Калмана.
- № 8 Для системы $dx_1/dt=x_2$, $dx_2/dt=v$, $z=x_1+w$, v , w – белые шумы, уравнение фильтра Калмана для компоненты матрицы ковариаций R_{11} имеет вид (B_x - матрица интенсивности шумов в системе, D – обратная к матрице интенсивности шума измерений)
- № 9 Для системы $dx_1/dt=x_2$, $dx_2/dt=v$, $z=x_1+w$, v , w – белые шумы, уравнение фильтра Калмана для компоненты матрицы ковариаций R_{12} имеет вид (B_x - матрица интенсивности шумов в системе, D – обратная к матрице интенсивности шума измерений)
- № 10 Для системы $dx_1/dt=x_2$, $dx_2/dt=v$, $z=x_1+w$, v , w – белые шумы, уравнение фильтра Калмана для компоненты матрицы ковариаций R_{22} имеет вид (B_x - матрица интенсивности шумов в системе, D – обратная к матрице интенсивности шума измерений)
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Для полной наблюдаемости n -мерной линейной стационарной системы необходимо и достаточно, чтобы ...
- ранг матрицы наблюдаемости был равен n
- областью достижимости являлось все пространство R^n
- Вейерштрасса-Эрдмана
- № 2 Для полной наблюдаемости n -мерной линейной нестационарной системы необходимо и достаточно, чтобы ...
- ранг матрицы наблюдаемости был равен n
- матрица наблюдаемости Грама была положительно определена
- матрица наблюдаемости Грама была неотрицательно определена
- № 3 Функция Беллмана равна ...
- первой вариации целевого функционала
- произведение весового коэффициента на приращение вектора состояния
- минимуму целевого функционала при интервале оптимизации от текущего времени до конечного момента
- второй вариации целевого функционала
- № 4 Скользящий интервал оптимизации равен ...
- разности между конечным временем и начальным
- разности между текущим временем и начальным

- разности между заданным конечным временем и текущим
- № 5 разности между скользящим конечным временем и текущим
В точках излома ломаной экстремали выполняются условия ...
- Лежандра
- Пуанкаре-Картана
- Эйлера
- Вейерштрасса-Эрдмана
- Лапласа
- № 6 Для линейных наблюдений ошибка оценивания
- А) не коррелирована с результатами измерений.
- Б) не коррелирована с со значением оценки.
- В) не коррелирована с оценкой наблюдений.
- Г) не коррелирована с ошибкой наблюдений.
- Д) не коррелирована с вектором состояния.
- № 7 X – нормальный вектор со средним m и ковариацией R . Тогда $M(x^T S x)$ равно
- А) $m^T S m + \text{tr}(S R)$.
- Б) $m^T S m$.
- В) $M[S R]$.
- № 8 Для системы $dx_1/dt=x_2$, $dx_2/dt=v$, $z=x_1+w$, v , w – белые шумы, уравнения фильтра Калмана для нахождения оценок x_1 имеют вид (D – обратная к матрице интенсивности шума измерений)
- А) $d(x_1)/dt=(x_2)+D_{11}[z-(x_2)]$.
- Б) $d(x_1)/dt=(x_2)+D_{11}[z-(x_1)]$.
- В) $d(x_1)/dt=(x_1)+D_{11}[z-(x_1)]$.
- № 9 Для системы $dx_1/dt=x_2$, $dx_2/dt=v$, $z=x_1+w$, v , w – белые шумы, уравнения фильтра Калмана для нахождения оценок x_2 имеют вид (D – обратная к матрице интенсивности шума измерений)
- А) $d(x_2)/dt=(x_2)+D_{11}[z-(x_1)]$
- Б) $d(x_2)/dt=(x_1)+D_{11}[z-(x_2)]$.
- В) $d(x_2)/dt=D_{12}[z-(x_1)]$.
- Г) $d(x_2)/dt=D_{12}[z-(x_2)]$.
- № 10 Для системы $dx_1/dt=x_2+v$, $dx_2/dt=u$, u – управление, v – возмущения,
- инвариантной по возмущениям v относительно терминального критерия при нулевых опорных управлении и возмущении будет управление
- А) $u=-k^2 \cdot p_1$, p_1 – сопряженная переменная для x_1 .
- Б) $u=-v \cdot p_1/p_2$, p_1 , p_2 – сопряженные переменные для x_1 , x_2 .
- В) $u=-v \cdot p_1$, p_1 – сопряженная переменная для x_1 .