

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ БПЛА

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления беспилотными летательными аппаратами
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	
4	8	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	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: 2025

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Лемешонок Татьяна Юрьевна, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Петрова И.Л., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Петрова И.Л., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ БПЛА

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:

ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

знать назначение и задачи систем управления и наведения летальных аппаратов при случайных воздействиях;

знать требования, предъявляемые к системам управления и наведения летальных аппаратов при случайных воздействиях;

знать принципы формирования законов управления и стабилизации летательных аппаратов различных типов при действии случайных возмущений;

умения:

уметь классифицировать случайные воздействия в системах управления и наведения летальных аппаратов;

навыки:

иметь навык составления стохастической линейной и нелинейной математической модели объекта исследования: системы управления или системы наведения летательного аппарата.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ БПЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.06 *Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БПЛА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БАЛЛИСТИКЕ БПЛА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**.

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-9 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПК-1 — Способен к проведению научных исследований и разработке проектных решений в области динамики и систем управления БПЛА
- ПК-2 — Способен к разработке методик исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
- ПК-6 — Способен к разработке и исследованию алгоритмов функционирования системы управления БПЛА
- ПК-9 — Способен к разработке программного обеспечения для систем управления БПЛА

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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		ОПК-1
4	8	Раздел 1. Постановка задачи статистического анализа. Модели воздействий. Прогнозируемые модели в ситуационном управлении ЛА в помеховой обстановке.	6	4	2	2	2	5
4	8	Раздел 2. Линейные преобразования случайных процессов. Действие линейного оператора на случайную функцию.	9	6	4	2	3	15
4	8	Раздел 3. Частотный метод статистического анализа. Статистический анализ стационарных систем методом моделирования. Определение математического ожидания установившейся ошибки. Определение спектральной плотности. Определение дисперсии и ковариационной функции. Аналитический метод расчета. Графоаналитический метод расчета. Примеры статистического анализа простейших стационарных систем. Формирующий фильтр. Формирующий фильтр турбулентности атмосферы.	37	17	10	7	20	20
4	8	Раздел 4. Статистический анализ нестационарных систем с использованием весовых функций и модели инверсно-сопряженной системы. Определение статистических характеристик выходных сигналов на основе весовых функций. Определение дисперсий случайных процессов методом инверсно-сопряженных систем.	22	10	8	2	12	20
4	8	Раздел 5. Метод определения корреляционных моментов. Метод интегрирования уравнений для координатных функций. Метод непрерывного определения статистических характеристик процессов с помощью интегрирования уравнений для корреляционных моментов выходных сигналов системы.	16	6	4	2	10	20
4	8	Раздел 6. Анализ нелинейных систем методами Монте-Карло и статистической линеаризации. Статистический анализ нелинейной системы стабилизации угла крена ЛА. Метод статистической линеаризации.	18	8	6	2	10	20
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Постановка задачи статистического анализа. Модели воздействий.	Определение статистических показателей качества динамики беспилотных ЛА методом статистических испытаний.	2
2	Раздел 2. Линейные преобразования случайных процессов.	Дифференцирование случайных функций. Интегрирование случайных функций.	2
3	Раздел 3. Частотный метод статистического анализа.	Определение математического ожидания установившейся ошибки. Определение спектральной плотности	1
4		Моделирование стационарных случайных процессов и определение статистических характеристик	2
5		Моделирование вертикальной турбулентности атмосферы	2
6		Статистический анализ системы стабилизации угла крена ЛА	2
7	Раздел 4. Статистический анализ нестационарных систем с использованием весовых функций и модели инверсно-сопряженной системы.	Исследование точности нестационарной системы на основе моделирования инверсно-сопряженной системы	2
8	Раздел 5. Метод определения корреляционных моментов. Метод интегрирования уравнений для координатных функций.	Статистический анализ линейных систем методом интегрирования уравнений для координатных функций	2
9	Раздел 6. Анализ нелинейных систем методами Монте-Карло и статистической линеаризации.	Коэффициенты статистической линеаризации. Статистический анализ	2

	нелинейной системы стабилизации	
Всего за 8 семестр		17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Постановка задачи статистического анализа. Модели воздействий.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	2
2	Раздел 2. Линейные преобразования случайных процессов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	3
3	Раздел 3. Частотный метод статистического анализа.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Написание программ расчета в среде Matlab. Оформление отчетов по практическим заданиям.	20
4	Раздел 4. Статистический анализ нестационарных систем с использованием весовых функций и модели инверсно-сопряженной системы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Написание программ расчета в среде Matlab. Оформление отчетов по практическим заданиям.	12
5	Раздел 5. Метод определения корреляционных моментов. Метод интегрирования уравнений для координатных функций.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Написание программ расчета в среде Matlab. Оформление отчетов по практическим заданиям.	10
6	Раздел 6. Анализ нелинейных систем методами Монте-Карло и статистической линеаризации.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Написание программ расчета в среде Matlab. Оформление отчетов по практическим заданиям.	10
Всего за 8 семестр			57

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
8			ТекК		Отч. по ПЗ	ДР		ТекК		ДР	Отч. по ПЗ			ТекК	Отч. по ПЗ	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Шалыгин. . Основы статистической динамики летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. А. С. Шалыгин, В. А. Санников. . Устойчивость динамических систем автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 68 экз.
3. А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 2012, эл. рес.
4. Е. С. Вентцель. . Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 2002, 12 экз.
5. И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 44 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. А. Лебедев, В. Т. Бобронников, М. Н. Красильщиков. . Статистическая динамика и оптимизация управления летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1985, 2 экз.

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://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
5. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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:

1. MATLAB R 2015a.

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. MATLAB R 2015a.

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 **ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ БПЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами исследования, расчета и решения задач анализа и синтеза нестационарных систем при действии случайных возмущений. Рассматриваются принципы формирования законов управления и стабилизации летательных аппаратов различных типов при действии случайных возмущений; принципы и математические модели систем наведения и стабилизации летательных аппаратов различных типов при случайных воздействиях.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Постановка задачи статистического анализа. Модели воздействий.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. С. Шалыгин. . Основы статистической динамики летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3) А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 2012 (10) А. С. Шалыгин, В. А. Санников. . Устойчивость динамических систем автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Линейные преобразования случайных процессов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Е. С. Вентцель. . Теория вероятностей: М.: Высшая школа, 2002 (15) А. С. Шалыгин. . Основы статистической динамики летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2) А. А. Лебедев, В. Т. Бобронников, М. Н. Красильщиков. . Статистическая динамика и оптимизация управления летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1985 (1)	3
Итого по разделу 2		3
Раздел 3. Частотный метод статистического анализа.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Написание программ расчета в среде Matlab.Оформление отчетов по практическим заданиям.	А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 2012 (11) И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2,3) А. С. Шалыгин. . Основы	20

	статистической динамики летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3) А. А. Лебедев, В. Т. Бобронников, М. Н. Красильщиков. . Статистическая динамика и оптимизация управления летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1985 (1,2)	
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Статистический анализ нестационарных систем с использованием весовых функций и модели инверсно-сопряженной системы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Написание программ расчета в среде Matlab.Оформление отчетов по практическим заданиям.	А. А. Лебедев, В. Т. Бобронников, М. Н. Красильщиков. . Статистическая динамика и оптимизация управления летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1985 (2) И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3) А. С. Шалыгин. . Основы статистической динамики летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3) А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 2012 (11,13)	12
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Метод определения корреляционных моментов. Метод интегрирования уравнений для координатных функций.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Написание программ расчета в среде Matlab.Оформление отчетов по практическим заданиям.	А. С. Шалыгин. . Основы статистической динамики летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3) И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Анализ нелинейных систем методами Монте-Карло и статистической линеаризации.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Написание программ расчета в среде Matlab.Оформление отчетов по практическим заданиям.	А. С. Шалыгин. . Основы статистической динамики летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3) И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3) А. А. Лебедев, В. Т. Бобронников, М. Н. Красильщиков. . Статистическая динамика и оптимизация управления летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1985 (2) А. С. Шалыгин, Л. Н. Лысенко, О. А. Толпегин. . Методы моделирования ситуационного управления движением	10

	беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 2012 (10-16)	
Итого по разделу 6		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- 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 для текущего контроля

Студенту предлагается три вопроса по результатам прохождения раздела, на которые необходимо дать правильный ответ.

Вопросы для текущего контроля приведены в УМК дисциплины.

Отчет по практическому заданию

Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

Студент обязан выполнять все ПЗ в срок и сдавать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

При оформлении отчета практических заданий требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

- В начале описательной части отчета излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения.
 - Все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями. Все вычисления заносятся в таблицы.
 - Табличные данные представляются также в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях.
 - При выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ.
 - По каждому ПЗ студент должен представить выводы на основании выполненных расчетов.
- Отчет по ПЗ допускается к защите, если студент полностью выполнил все пункты ПЗ. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненному заданию и ответов на вопросы преподавателя.

Отчет по ПЗ считается принятым в случае, если оформление отчета соответствует указанным требованиям, и студент ответил не менее чем на 60% вопросов преподавателя по теме ПЗ.

Экзамен

Допуск к экзамену оформляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий.

Экзамен проводится в форме ответов на два вопроса экзаменационного билета. Комплект билетов входит в состав УМК дисциплины.

Итоги сдачи экзамена оцениваются следующим образом:

- полный правильный ответ на оба вопроса – отлично;
- полный правильный ответ на один из вопросов с дополнительным собеседованием по второму – хорошо;
- неполные ответы на оба вопроса с дополнительным собеседованием по их тематике – удовлетворительно;
- неправильные ответы и не готовность к собеседованию по темам билета – неудовлетворительно.

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		ОПК-1	
4	8	Раздел 1. Постановка задачи статистического анализа. Модели воздействий.	6	4	2	2	2	5	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 2. Линейные преобразования случайных процессов.	9	6	4	2	3	15	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 3. Частотный метод статистического анализа.	37	17	10	7	20	20	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 4. Статистический анализ нестационарных систем с использованием весовых функций и модели инверсно-сопряженной системы.	22	10	8	2	12	20	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 5. Метод определения корреляционных моментов. Метод интегрирования уравнений для координатных функций.	16	6	4	2	10	20	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 6. Анализ нелинейных систем методами Монте-Карло и статистической линеаризации.	18	8	6	2	10	20	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Оценочные материалы по дисциплине ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ БПЛА

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что характерно для стационарного случайного процесса?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Почему невозможно реализовать на практике случайный процесс в виде белого шума?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Соотнесите название случайного процесса с его описанием:
1. случайный процесс, у которого совместные плотности распределения вероятности имеют нормальные (гауссовы) законы распределения
 2. случайный процесс, поведение которого в последующий момент времени определяется только его текущим состоянием и не зависит от предыстории
 3. случайный процесс у которого все вероятностные характеристики случайного процесса не зависят от времени
- a. марковский
 - b. нормальный
 - c. стационарный
 - d. эргодический
 - e. винеровский
 - f. белый шум
- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность
Составьте схему стационарной эквивалентной системы:
1. $X(t)$
 2. формирующий фильтр
 3. данная система
 4. белый шум
 5. $Y(t)$
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие
1. математическое ожидание суммы двух случайных функций равно
 2. математическое ожидание интеграла от случайной функции равно
 3. математическое ожидание производной от случайной функции равно
- a. производной от ее математического ожидания
 - b. интегралу от ее математического ожидания
 - c. сумме математических ожиданий
 - d. сумме математических ожиданий и корреляционной функции
 - e. сумме математических ожиданий и корреляционной функции

- f. интегралу от ее математического ожидания и корреляционной функции
- g. производной от ее математического ожидания и корреляционной функции
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Математическое ожидание СП $X(t)$ равно $m_X(t)=t+2$, математическое ожидание СП $Y(t)$ равно $m_Y(t)=-t+3$. Найти математическое ожидание СП $Z(t)=X(t)+Y(t)$.
1. 1
 2. -5
 3. $2t+5$
 4. $-2t-5$
 5. -1
 6. 5
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность
- Создайте верную последовательность действий для вычисления **корреляционной функции** случайной функции $Y(t)$ **на выходе системы**, если на вход стационарной линейной системы с известным оператором поступает стационарная случайная функция $X(t)$ с заданным математическим ожиданием и корреляционной функцией:
1. зная спектральную плотность на входе, можно найти спектральную плотность на выходе
 2. зная корреляционную функцию на входе, можно найти спектральную плотность на входе
 3. зная спектральную плотность на выходе, можно найти корреляционную функцию на выходе
 4. зная оператор системы, можно найти частотную характеристику, а затем квадрат модуля частотной характеристики
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какая динамическая система может называться формирующим фильтром?
1. Динамическая система, относящаяся к классу линейных стационарных устойчивых систем, на вход которой подается стационарный БШ заданной интенсивности N , а на выходе наблюдается стационарный СП с требуемой корреляционной функцией.
 2. Динамическая система, относящаяся к классу нелинейных стационарных устойчивых систем, на вход которой подается стационарный БШ заданной интенсивности N , а на выходе наблюдается стационарный СП с требуемой корреляционной функцией.
 3. Динамическая система, относящаяся к классу линейных стационарных устойчивых систем, на вход которой подается стационарный БШ случайной интенсивности, а на выходе наблюдается нестационарный СП.
 4. Динамическая система, относящаяся к классу линейных нестационарных неустойчивых систем, на вход которой подается стационарный БШ заданной интенсивности N , а на выходе наблюдается стационарный СП с требуемой корреляционной функцией.
 5. Нет правильного ответа
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что называется каноническим разложением случайного процесса?
1. Представление случайного процесса в виде суммы ее математического ожидания и взаимно некоррелированных элементарных случайных функций.
 2. Представление случайного процесса через совместные плотности распределения вероятности, определяющиеся как нормальные (гауссовы) законы распределения.
 3. Представление случайного процесса в виде суммы ее математического ожидания и случайных величин.
 4. Представление стационарного случайного процесса через тригонометрические функции синуса и косинуса в виде бесконечной суммы гармоник различной частоты со случайными амплитудами, имеющими нулевые математические ожидания и заданные дисперсии.
 5. Представление случайного процесса в виде суммы ее математического ожидания.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберете верные характеристики стационарного белого шума:

1. стационарный белый шум - стационарный случайный процесс
2. спектральная плотность постоянна
3. спектральная плотность переменная
4. корреляционная функция равна

$$2 \cdot \pi \cdot S_0 \cdot \delta(\tau)$$

5. корреляционная функция равна

$$2 \cdot \pi \cdot \delta(\tau)$$

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Чем характеризуется турбулентность атмосферы?

1. интенсивностью турбулентности
2. спектральной плотностью турбулентности
3. ветром
4. математическим ожиданием турбулентности
5. масштабом турбулентности

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для определения дисперсии выходного сигнала во временном представлении необходимо знать:

1. спектральную плотность выходного сигнала
2. корреляционную функцию входного сигнала
3. весовую функцию
4. математическое ожидание входного сигнала
5. дисперсию входного сигнала
6. спектральную плотность входного сигнала