

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Юнаков Л. П.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТАУ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектная баллистика ракет и космических систем
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	34	17	0	17	74	0	0	74	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Петрова Ирина Леонидовна, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

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

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТАУ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
ПСК-5 — способность разрабатывать структуры систем управления БПЛА
ПСК-6 — способность разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления (САУ) летательных и космических аппаратов;

- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы исследования дискретных систем автоматического управления;
- знать принципы и методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления, передаточные функции и частотные характеристики дискретных САУ летательных и космических аппаратов;

- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ при детерминированных и случайных воздействиях, синтез корректирующих устройств;

умения:

теоретически и практически уметь –

- уметь классифицировать дискретные системы управления летальных и космических аппаратов;
- составлять математические модели дискретных САУ;
- выполнять анализ дискретных САУ частотными методами;
- проводить исследование дискретных САУ летальных и космических аппаратов методами математического и натурального моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества дискретных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в дискретных системах управления летательными и космическими аппаратами;

навыки:

иметь навыки и владеть –

основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов:

- математическим аппаратом теории дискретных САУ;
- методами синтеза и анализа устойчивости и точности дискретных САУ.

ПСК-5

знания:

а уровне представлений:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы построения структуры, математические модели дискретных систем автоматического управления (САУ) летательных и космических аппаратов;
- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы исследования дискретных систем автоматического управления;
- знать принципы и методы построения структуры, математические модели дискретных систем автоматического управления, передаточные функции и частотные характеристики дискретных

САУ

летательных и космических аппаратов;

- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ при детерминированных и случайных воздействиях;

умения:

теоретически и практически уметь –

- уметь классифицировать дискретные системы управления летальных и космических аппаратов;

- составлять математические модели дискретных САУ;
- выполнять анализ дискретных САУ частотными методами;
- проводить исследование дискретных САУ летальных и космических аппаратов методами математического и натурного моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества дискретных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в дискретных системах управления летательными и космическими аппаратами;

навыки:

иметь навыки и владеть – основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов;

- математическим аппаратом теории дискретных САУ;
- методами анализа устойчивости и точности дискретных САУ.

ПСК-6

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы построения алгоритмов и математических моделей дискретных систем автоматического управления (САУ) летательных и космических аппаратов;

- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы разработки и исследования алгоритмов дискретных систем автоматического управления;

• знать принципы и методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления, передаточные функции и частотные характеристики дискретных САУ летательных и космических аппаратов;

• знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ при детерминированных и случайных воздействиях, синтез корректирующих устройств;

умения:

теоретически и практически уметь –

- классифицировать дискретные системы управления летальных и космических аппаратов;
- составлять алгоритмы и математические модели дискретных САУ;
- выполнять анализ дискретных САУ частотными методами;
- проводить исследование дискретных САУ летальных и космических аппаратов методами математического и натурного моделирования;

- выполнять анализ устойчивости и качества дискретных САУ;

• производить оценку установившихся режимов в дискретных системах управления летательными и космическими аппаратами;

навыки:

иметь навыки и владеть –

основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов;

- математическим аппаратом теории дискретных САУ;
- методами анализа устойчивости и точности дискретных САУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТАУ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТАУ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ, ТАУ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИНАМИКЕ ПОЛЕТА, СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен проводить системный и критический анализ мировых достижений в области ракетостроения и космической техники, тенденций развития навигационно-баллистического обеспечения применения космической техники
- ОПК-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- ПСК-2 — Способен разрабатывать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
- ПСК-5 — Способен разрабатывать структуры систем управления БПЛА
- ПСК-6 — Способен разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

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	ПСК-5	ПСК-6
4	8	Раздел 1. Дискретные системы автоматического управления летальных и космических аппаратов. Введение. Содержание дисциплины. Решаемые задачи. Историческая справка.	1	1	1	0	0	5	5	5
4	8	Раздел 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области. 2.1. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области. 2.2. Дискретные системы: импульсные, цифровые, релейные. 2.3. Виды модуляции. 2.4. Решетчатая функция.	7	3	2	1	4	15	15	15
4	8	Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем. 3.1. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем. 3.2. Идеальный импульсный элемент. 3.3. Передаточные функции.	20	8	4	4	12	15	15	15
4	8	Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления. 4.1. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления. 4.2. Преобразования, применяемые в дискретных системах. 4.3. Логарифмические частотные характеристики.	27	7	4	3	20	20	20	20
4	8	Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. 5.1. Методы и критерии определения устойчивости дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. 5.2. Методы и критерии определения качества дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.	31	9	4	5	22	30	30	30
4	8	Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. 6.1. Методы определения точности дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. 6.2. Методы коррекции дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.	22	6	2	4	16	15	15	15
Всего за 8 семестр			108	34	17	17	74	100	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области.	Контрольная работа №1.	0.5
2		Исследование дискретных моделей контуров стабилизации летальных и космических аппаратов.	0.5
3	Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.	Исследование дискретных моделей контуров стабилизации летальных и космических аппаратов	3.5
4		Контрольная работа №1	0.5
5	Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.	Контрольная работа №1	1
6		Исследование дискретных моделей контуров стабилизации летальных и космических аппаратов	2
7	Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.	Исследование точности и устойчивости контуров стабилизации летальных и космических аппаратов с импульсным элементом	4
8		Контрольная работа №2	1
9	Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.	Исследование точности и качества контуров стабилизации летальных и космических аппаратов.	3

		космических аппаратов с импульсным элементом	
10		Контрольная работа №2	1
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 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическому заданию № 1 и контрольной работе № 1.	4
2	Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическому заданию № 1 и контрольной работе № 1	12
3	Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка контрольной работе № 1, практическому заданию №1.	20
4	Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическому заданию № 2 и контрольной работе № 2	22
5	Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к контрольной работе № 2, практическому заданию №2	16
Всего за 8 семестр			74

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					ВРЗД	ДР		Контр.Р.	Отч. по ПЗ, ВРЗД	ДР					ВРЗД	ДР	Контр.Р., Отч. по ПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- контрольная работа;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 44 экз.
2. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 36 экз.
3. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
4. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

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 2015a SP1;
2. Bloodshed Dev-C++;
3. MATLAB R 2015a;
4. Microsoft Office.

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. образцы РКТ;
2. Bloodshed Dev-C++;
3. Microsoft Office;
4. 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 **ТАУ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. 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 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности;

ПСК-5 способность разрабатывать структуры систем управления БПЛА;

ПСК-6 способность разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами анализа и синтеза комплексов и систем управления ракет и космических аппаратов, позволяющими определять основные параметры систем автоматического управления, обеспечивающие требуемое качество управления.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- контрольная работа;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летательных и космических аппаратов во временной области.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическому заданию № 1 и контрольной работе № 1.	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Введение. Разделы 1, 2. Приложения 2, 3.) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Введение. Разделы 1, 2. Приложения 2, 3.)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическому заданию № 1 и контрольной работе № 1	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практическая работа № 1. Приложение 1.) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Разделы 1 - 3. Приложения 2, 3.)	12
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка контрольной работе № 1, практическому заданию №1.	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Разделы 2, 3. Приложения 2, 3, 6.) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практическая работа № 1. Приложение 1.)	20
Итого по разделу 4		20
Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летательных и космических аппаратов.		
Изучение предусмотренных	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория	22

программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическому заданию № 2 и контрольной работе № 2	автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практическая работа № 3. Приложение 2.) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 4. Приложения 1, 4, 5.)	
Итого по разделу 5		22
Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летательных и космических аппаратов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к контрольной работе № 2, практическому заданию №2	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 5. Приложения 4, 5, 6) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практическая работа № 2.)	16
Итого по разделу 6		16

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- отчет по практическому заданию;
- контрольная работа;
- дифференцированный зачет.

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 по разделу

Контрольные вопросы для подготовки к дифференцированному зачету в 8 семестре:

1. Дискретные системы автоматического управления летальных и космических аппаратов. Решаемые задачи.
2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области.
3. Дискретные системы: импульсные, цифровые, релейные.
4. Виды модуляции. Решетчатая функция.
5. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.
6. Идеальный импульсный элемент.
7. Передаточные функции дискретных систем.
8. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.
9. W-преобразование, z-преобразование. Логарифмические частотные характеристики.
10. Устойчивость дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.
11. Качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.
12. Точность дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.
13. Коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов

Отчет по практическому заданию

Допуск к практическому заданию (ПЗ) не требуется. Студент обязан выполнять все ПЗ в срок, сдать

их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

ПЗ считается сданным, если студент полностью выполнил все задания, указанные в задании для ПЗ и ответил на все вопросы преподавателя по теме ПЗ.

Отчет по ПЗ.

Отчет по ПЗ представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практическому заданию.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении ПЗ требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

ПЗ выполняются на листах бумаги формата А4.

На титульном листе указываются название дисциплины, тема ПЗ, фамилия и инициалы студента и преподавателя, номер группы, номер и вариант задания.

В начале описательной части 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 в соответствии с требованиями ПЗ представляются 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. Результаты машинного счета оформляются в виде приложения.

По каждому ПЗ студент должен представить выводы на основании выполненных расчетов. Студент обязан выполнять все ПЗ в срок и сдавать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала

Контрольная работа

Успешное написание контрольной работы подразумевает правильное решение хотя бы одной задачи.

Типовые задачи для выполнения контрольной работы приведены в УМК по дисциплине

Дифференцированный зачет

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета (включает в себя ответы на теоретические вопросы, решение задач), который оформляется при условии полного выполнения графика контрольных мероприятий.

Альтернативой получения оценки «зачтено-удовлетворительно», при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий, является сдача Теста. (Вопросы для подготовки к тесту приведены выше, Тестовые задания представлены в Фондах оценочных средств.).

При правильном ответе хотя бы на 3 вопроса из Тестовых заданий обучающийся получает оценку «зачтено-удовлетворительно»;

- оценка «зачтено-отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно решил задачу, подобную задачам из выполненных контрольных работ и полностью ответил на 4 вопроса билета для дифференцированного зачета;

- оценка «зачтено-хорошо» выставляется обучающемуся, если он правильно решил задачу, подобную задачам из выполненных контрольных работ, полностью ответил на 3 вопроса билета для дифференцированного зачета;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он неправильно решил задачу и ответил только на 1 вопрос билета для дифференцированного зачета или не решил задачу и ответил на только на 2 вопроса билета для дифференцированного зачета;

- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «зачтено-удовлетворительно».

Тестовые задания и билеты для дифференцированного зачета входят в состав в УМК по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств

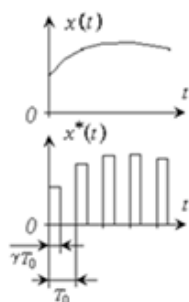
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	ПСК-5	ПСК-6	
4	8	Раздел 1. Дискретные системы автоматического управления летальных и космических аппаратов.	1	1	1	0	0	5	5	5	Вопросы по разделу
4	8	Раздел 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области.	7	3	2	1	4	15	15	15	Вопросы по разделу, Контрольная работа, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.	20	8	4	4	12	15	15	15	Вопросы по разделу, Контрольная работа, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.	27	7	4	3	20	20	20	20	Вопросы по разделу, Контрольная работа
4	8	Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.	31	9	4	5	22	30	30	30	Вопросы по разделу, Контрольная работа, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.	22	6	2	4	16	15	15	15	Вопросы по разделу, Контрольная работа
Всего за 8 семестр			108	34	17	17	74	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Запишите определение дискретных САУ.
- № 2 Записать определение амплитудно-импульсной модуляции.
- № 3 Напишите пропущенные слова с маленькой буквы через запятую:
- Дискретная система устойчива, если все корни ее _____ уравнения лежат _____ круга единичного радиуса.
- № 4 Напишите пропущенные слова с маленькой буквы через запятую:
- Импульсная передаточная функция дискретной системы — это отклик системы на _____ импульс в _____ момент времени.
- № 5 Напишите пропущенные слова с маленькой буквы через запятую:
- Перерегулирование в дискретной системе управления характеризуется _____ отклонением выходной величины от _____ значения в процессе переходного процесса.
- № 6 Напишите пропущенные слова с маленькой буквы через запятую:
- Доказано, что при
- $$a_n = 0$$
- имеет место _____ граница устойчивости, при
- $$\Delta_{n-1} = 0$$
- _____ граница устойчивости.
- № 7 Напишите пропущенные слова с маленькой буквы через запятую:
- Частотно-импульсная модуляция – это формирование последовательности импульсов _____ амплитуды и _____, частота следования которых _____ величине входного сигнала.
- № 8 Запишите необходимое условие устойчивости дискретной системы
- № 9 На основе какой теоремы обычно осуществляется выбор величины такта или частоты квантования?
- № 10 Какой тип модуляции изображен на рисунке ниже?



Вопросы закрытого типа:

- № 1 Дискретные САУ – это... (выбрать верные пункты)
1. это системы, в которых содержится только одно звено, производящее квантование непрерывного сигнала в дискретный.
 2. это системы, в которых содержится одно или несколько звеньев, производящих квантование непрерывного сигнала в дискретный

3. это системы, в которых не содержится звеньев, производящих квантование непрерывного сигнала в дискретный
4. нет правильного ответа
- № 2 Установите соответствие:
- А. Смешанное квантование
- Б. Квантование по уровню
1. Осуществляется преобразование непрерывного сигнала в дискретный в произвольные моменты времени с выделением значений непрерывного сигнала в момент пересечения им равноотстоящих уровней Δx .
2. Происходит преобразование непрерывного сигнала в дискретный через равные временные промежутки, но при этом выделяется ближайший уровень непрерывного сигнала
- № 3 В релейных системах осуществляется квантование...
1. по уровню
2. по времени
3. по времени и уровню
4. нет правильного ответа
- № 4 Амплитудно-импульсная модуляция – это... (Выбрать верный вариант.)
1. формирование последовательности импульсов постоянной частоты и длительности, амплитуда которых обратно пропорциональна величине входного сигнала
2. формирование последовательности импульсов постоянной частоты и амплитуды, длительность которых пропорциональна величине входного сигнала
3. формирование последовательности импульсов постоянной частоты и длительности, амплитуда которых пропорциональна величине входного сигнала
4. нет правильного ответа
- № 5 Условие для выбора величины такта:
- 1.
- $$\omega > 2\omega_{\max}$$
- 2.
- $$\omega = \frac{2\pi}{T_0}$$
- 3.
- $$T_0 < \pi/\omega_{\max}$$
4. 4. нет правильного ответа
- № 6 Прямую разность можно определить всегда, так как она определяется с учетом прошлого значения решетчатой функции при
- $$t = (n-1)T_0$$
1. Верно
2. Неверно
- № 7 Формула первой прямой разности: (Выбрать верный вариант.)

1.

$$\Delta^2 f[n] = \Delta f[n+1] - \Delta f[n] = f[n+2] - 2f[n+1] + f[n]$$

2.

$$b_0 \Delta^m y[n] + b_1 \Delta^{m-1} y[n] + \dots + b_m y[n] = f[n],$$

3.

$$\Delta f[n] = f[n+1] - f[n]$$

4. нет правильного ответа

№ 8

Z-преобразование определяется формулой: (Выбрать верный вариант.)

1.

$$F(z) = Z\{f[n]\} = \sum_{n=0}^{\infty} f[n] z^{-n}$$

2.

$$F^*(s) = D\{f[n]\} = \sum_{n=0}^{\infty} f[n] e^{-snT_0}$$

3.

$$Z\left\{\sum_{k=1}^N c_k f_k[n]\right\} = \sum_{k=1}^N c_k Z\{f_k[n]\}$$

4. нет правильного ответа

№ 9

Как записывается система разностных уравнений дискретной системы с одним входом и одним выходом в векторно-матричной форме?

1.

$$W(z) = C(zI - A)^{-1}B$$

2.

$$x_m[n+1] = -a_m x_1[n] - a_{m-1} x_2[n] - \dots - a_1 x_m[n] + bu[n],$$

3.

$$\begin{aligned} X[n+1] &= AX[n] + Bu[n], \\ y[n] &= CX[n], \end{aligned}$$

4. нет правильного ответа.

№ 10

Не каждая функция $F(s)$ имеет обратное преобразование.

1. Верно

2. Неверно

ПСК-5

Вопросы открытого типа:

№ 1 По какому параметру осуществляется квантование в цифровых системах?

№ 2 Дайте определение широтно-импульсной модуляции.

№ 3 Напишите пропущенное слово:

Процесс преобразования непрерывной величины в дискретную называют _____.

- № 4 Напишите пропущенные слова с маленькой буквы через запятую:
- При определенной частоте _____ частотные характеристики дискретных систем будут представлять _____ смещенных частотных характеристик, соответствующих _____ систем.
- № 5 Напишите пропущенное слово:
- В качестве аналогов дифференциальных уравнений для решетчатых функций используются _____ уравнения.
- № 6 Как называется преобразование Лапласа, выполненное над суммой модулированных дельта-функций?
- № 7 Напишите пропущенное слово:
- Для импульсных систем вместо реальной частоты используется _____, переход к которой производится на основе w -преобразования.
- № 8 Какие формы математического описания применяются для дискретных систем?
- № 9 Что такое решетчатая функции времени?
- № 10 Что такое смещенная решетчатая функции времени?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 В цифровых системах квантование осуществляется... (Выбрать верный вариант ответа.)
1. по времени
 2. по уровню
 3. по времени и уровню
 4. нет правильного ответа
- № 2 Широотно-импульсная модуляция – это... (Выбрать верный вариант ответа)
1. формирование последовательности импульсов постоянной частоты и длительности, амплитуда которых обратно пропорциональна величине входного сигнала
 2. формирование последовательности импульсов постоянной частоты и амплитуды, длительность которых пропорциональна величине входного сигнала
 3. формирование последовательности импульсов постоянной частоты и длительности, амплитуда которых пропорциональна величине входного сигнала
 4. нет правильного ответа
- № 3 Если хотя бы один корень характеристического полинома лежит вне круга единичного радиуса, то система устойчива.
1. Верно
 2. Неверно
- № 4 Вторая обратная разность (выбрать формулу):
1.
$$\nabla^2 f[n] = \nabla f[n] - \nabla f[n-1] = f[n] - 2f[n-1] + f[n-2]$$
 2.
$$\Delta^2 f[n] = \Delta f[n+1] - \Delta f[n] = f[n+2] - 2f[n+1] + f[n]$$
 3.
$$\nabla f[n] = f[n] - f[n-1]$$
 4. нет правильного ответа

№ 5 Область устойчивости для корней характеристического полинома $D(w)$ импульсной системы не совпадает с областью устойчивости для корней характеристического полинома $D(s)$ непрерывной системы.

1. Верно

2. Неверно

№ 6 w -преобразование производится на основе подстановки:

$$z = \frac{1+w}{1-w}$$

1. Верно

2. Неверно

№ 7 Для использования частотных критериев устойчивости и методов анализа качества в случае импульсных систем дополнительные преобразования для $D(z)$ не требуются.

1. Верно

2. Неверно

№ 8 Необходимое и достаточное условие устойчивости замкнутой системы можно сформулировать в следующей форме: полное приращение аргумента

$$1+W(j\lambda)$$

при изменении частоты от $-\infty$ до $+\infty$ должно составлять... (Выбрать верный ответ.)

1. 2π

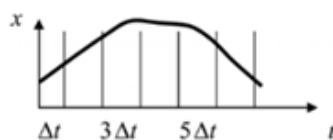
2. $2l\pi$

3. $l\pi$

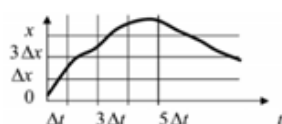
4. нет правильного ответа

№ 9 Квантование по уровню соответствует рисунку...

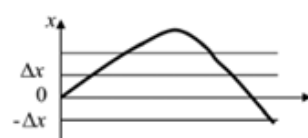
1.



2.



3.



№ 10 Преобразование Лапласа, выполненное над суммой модулированных δ - функций, называется дискретным преобразованием Лапласа.

1. Верно

2. Неверно

ПСК-6

Вопросы открытого типа:

№ 1 Какой импульсный элемент называют экстраполятором нулевого порядка?

№ 2 Напишите пропущенное слово:

Система находится на _____ (нейтрального типа) границе устойчивости, если имеется только один корень, расположенный на границе устойчивости.

№ 3 Напишите пропущенное словосочетание:

Переходный процесс в дискретной системе является аperiodическим только при условии, что все корни характеристического полинома являются _____.

№ 4 Напишите пропущенное слово:

_____ модели — переход от дифференциальных к разностным уравнениям и от обычных к дискретным передаточным функциям.

№ 5 Напишите пропущенное слово:

Степень устойчивости — расстояние от границы области устойчивости до _____ корня.

№ 6 Напишите пропущенные слова с маленькой буквы через запятую:

Критерий Гурвица применяется, если для системы выполнено _____ условие устойчивости и порядок системы _____ второго.

№ 7 Что означает фазовый запас дискретной системы и какие значения он должен принимать для устойчивой системы?

№ 8 Что такое идеальный импульсный элемент?

№ 9 Какие показатели используются для оценки качества дискретных систем?

№ 10 Какие существуют способы решения разностных уравнений?

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Частотно-импульсная модуляция – это... (Выбрать верный вариант.)

1. формирование последовательности импульсов постоянной частоты и длительности, амплитуда которых пропорциональна величине входного сигнала

2. формирование последовательности импульсов постоянной амплитуды и длительности, частота следования которых пропорциональна величине входного сигнала.

3. формирование последовательности импульсов постоянной частоты и амплитуды, длительность которых пропорциональна величине входного сигнала

4. нет правильного ответа

№ 2 Для устойчивости дискретной системы необходимо и достаточно, чтобы все корни

$$z_i, i = 1, 2, \dots, m$$

характеристического полинома удовлетворяли условию:

$$|z_i| < 1$$

1. Верно

2. Неверно

№ 3 Если имеется пара комплексно-сопряженных корней характеристического полинома на границе устойчивости или один корень, равный (-1), то система

находится на колебательной границе устойчивости.

1. Верно

2. Неверно

№ 4 Требование к корням полинома

$$D(w) = c_0 w^m + c_1 w^{m-1} + \dots + c_m$$

для обеспечения устойчивости системы:

$$|1 + w| < |1 - w|$$

1. Верно

2. Неверно

№ 5 Критерий Гурвица и другие алгебраические критерии не могут быть использованы для $D(w)$ непосредственно

1. Верно

2. Неверно

№ 6 Выберите верные утверждения:

1. Дискретная система, все корни характеристического уравнения которой нулевые, является оптимальной по быстродействию.

2. Для использования частотных критериев устойчивости и методов анализа качества в случае импульсных систем дополнительные преобразования не требуются.

3. Если хотя бы один корень характеристического уравнения лежит вне круга единичного радиуса, то система устойчива.

4. Если имеется пара комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения на границе устойчивости или один корень, равный (-1), то система находится на колебательной границе устойчивости.

5. Все утверждения верны

№ 7 Выберите преимущества компьютерных систем управления:

1. минимальное потребление энергии

2. малые габариты и масса устройств управления

3. сложная реализация законов управления

4. возможность реализации любых сложных законов управления

5. универсальная программная реализация произвольных законов управления

6. потребление большого количества энергии

№ 8 Какой импульсный элемент называют экстраполятором нулевого порядка? (с - скважность)

1. В частном случае, когда $c=1$, то есть длительность импульсов совпадает с интервалом дискретизации.

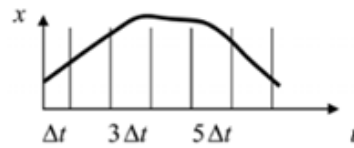
2. В общем случае, когда $c \neq 1$, то есть длительность импульсов не совпадает с интервалом дискретизации.

3. В случае, когда c не равно 1.

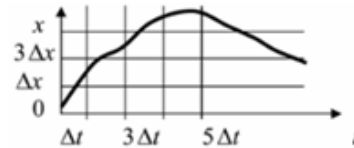
4. Тогда и только тогда, когда $c=0$, то есть длительность импульсов совпадает с интервалом дискретизации.

№ 9 5. Верные ответы отсутствуют.
Квантование по времени соответствует рисунку... (Выбрать верные варианты.)

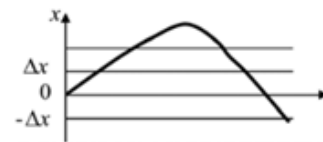
1.



2.



3.



№ 10 Сколько верных утверждений приведено?

1. Дискретная система, все корни характеристического уравнения которой нулевые, является оптимальной по быстродействию.
2. Для использования частотных критериев устойчивости и методов анализа качества в случае импульсных систем дополнительные преобразования не требуются.
3. Если хотя бы один корень характеристического уравнения лежит вне круга единичного радиуса, то система устойчива.
4. Если имеется пара комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения на границе устойчивости или один корень, равный (-1), то система находится на колебательной границе устойчивости.
5. Все утверждения верны