


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
 «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
 (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

  
 \_\_\_\_\_ Страхов С. Ю.  
 (подпись) \_\_\_\_\_ ФИО  
 « 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

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	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	
3	6	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	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: 2022

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ершов Сергей Олегович, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

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

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

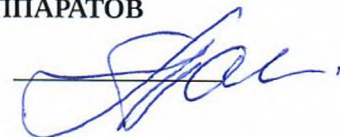


Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

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





## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

### **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-2 — Способность к разработке методик исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-2**

*знания:*

функционального состава систем управления летательными аппаратами ,  
особенностей применения информационно-измерительных и исполнительных устройств;;

*умения:*

анализировать математические модели измерительных преобразователей, исполнительных и гироскопических устройств;;

*навыки:*

экспериментального определения характеристик измерительных и исполнительных устройств систем управления;.



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.04 *Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛА**.

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-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ОПК-7 — Способен проводить экспериментальные исследования в области аэробаллистики, организовывать проведение научных космических исследований и разработок, а также представлять и аргументированно защищать полученные результаты



### 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	Лабораторный практикум		ПСК-2
3	6	<b>Раздел 1. Введение.</b> 1.1. Функциональная схема системы управления ЛА. 1.2. Информационная, управляющая и исполнительная подсистемы. 1.3. Обзор и классификация элементов и приборов систем управления.	4	2	2	0	2	10
3	6	<b>Раздел 2. Измерительно-преобразовательные устройства.</b> 2.1. Общие сведения об измерительных преобразователях. 2.2. Преобразователи параметров движения. Принципы построения и функционирования, статические, динамические и точностные характеристики. 2.3. Преобразователи сил, моментов, давления. 2.4. Преобразователи температуры. 2.5. Аналоговые усилительные и вычислительные устройства систем управления ЛА.	36	16	6	10	20	30
3	6	<b>Раздел 3. Гироскопические приборы и системы ориентации и навигации.</b> 3.1. Гироскопические приборы и устройства ЛА. 3.2. Гироскоп как элемент системы автоматического управления. 3.3. Гироскопические датчики углов ориентации (гирогоризонты, гиросtabilизаторы). 3.4. Гироскопические датчики угловых скоростей (гиротаксометр, вибрационный роторный гироскоп, гиротрон, твердотельный гироскоп). 3.5. Гироскопические интеграторы угловой скорости (поплавковый интегрирующий гироскоп, динамически настраиваемый гироскоп). 3.6. Оптические гироскопы (лазерный датчик угловой скорости, волоконно-оптический гироскоп). 3.7. Подвесы гироскопов: упругий, газовые, магнитный, электростатический, криогенный. 3.8. Специфика работы гироскопов в составе КЛА.	49	25	18	7	24	30
3	6	<b>Раздел 4. Устройства исполнительной подсистемы и их динамические характеристики как элементов системы управления.</b> 4.1. Электрические двигатели постоянного тока, типы и основные характеристики. Способы управления электрическими двигателями постоянного тока. 4.2. Математические модели электрических двигателей постоянного тока как элементов систем управления. 4.3. Электрические двигатели переменного тока, типы и основные характеристики. Способы управления электрическими двигателями переменного тока. 4.2. Математические модели электрических двигателей переменного тока как элементов систем управления.	19	8	8	0	11	30
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Измерительно-преобразовательные устройства.	Исследование потенциометрических датчиков	3
2		Исследование индуктивных датчиков	4
3		Исследование вращающихся трансформаторов	3
4	Раздел 3. Гироскопические приборы и системы ориентации и навигации.	Исследование гировертикали с маятниковой коррекцией.	3
5		Исследование гиротаксометра.	4
Всего за 6 семестр			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
2	Раздел 2. Измерительно-преобразовательные устройства.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
3		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	10
4	Раздел 3. Гироскопические приборы и системы	Изучение предусмотренных	17



	ориентации и навигации.	программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	
5		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	7
6	Раздел 4. Устройства исполнительной подсистемы и их динамические характеристики как элементов системы управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
7		Подготовка к коллоквиуму	5
Всего за 6 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
6			ЛР		ЛР	ДР		ЛР		ДР	ЛР			ЛР		ДР	Колл, Тест, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Колл – коллоквиум;
- Тест – тест;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Электротехника и измерительные преобразователи. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 152 экз.
2. В. А. Веселов, Р. Н. Гробовой, О. С. Ипатов. . Гироскопические измерительные приборы и устройства. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, эл. рес.
3. В. К. Хамидуллин. . Технические средства навигации и управления движением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 38 экз.
4. Э. Л. Мальц, Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электрические машины. СПб.: КОРОНА-Век, 2009, 145 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. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

### 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](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. Лабораторные занятия:**

1. Лабораторная установка для исследования потенциом. датчиков, индук-тив. датчика, вращающихся трансформаторов, сельсинов, гиротаксметра, гироскопов, астроголовок, гироскопа, ультразвукового датчика.

### **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 **ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. 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-2 Способность к разработке методик исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением аппаратного состава систем управления летательными аппаратами, назначения, принципов построения, математических моделей, характеристик и особенностей применения в системах управления измерительно-преобразовательных и исполнительных устройств, а также гироскопических приборов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**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. Введение.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. К. Хамидуллин. . Технические средства навигации и управления движением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (главы 1-2)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Измерительно-преобразовательные устройства.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	. Электротехника и измерительные преобразователи: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (главы 1-2)	10
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ		10
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Гироскопические приборы и системы ориентации и навигации.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. А. Веселов, Р. Н. Гробовой, О. С. Ипатов. . Гироскопические измерительные приборы и устройства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (главы 1-3)	17
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	В. К. Хамидуллин. . Технические средства навигации и управления движением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (главы 1-2)	7
Итого по разделу 3		24
Раздел 4. Устройства исполнительной подсистемы и их динамические характеристики как элементов системы управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Э. Л. Мальц, Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электрические машины: СПб.: КОРОНА-Век, 2009 (главы 1-5)	6
Подготовка к коллоквиуму		5
Итого по разделу 4		11



## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- тест;
- лабораторная 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.

#### Коллоквиум

На коллоквиуме студенту предлагается два теоретических вопроса. При успешном ответе на оба вопроса студент получает оценку «отлично», на один – оценку «хорошо».

#### Тест

70-80% правильных ответов - хорошо

90-100% правильных ответов - отлично

#### Лабораторная работа

Допуск к ЛР:

- допуск к выполнению первых двух ЛР не предусмотрен.
- для допуска к выполнению третьей и последующих ЛР необходима защита одной из выполненных ранее работ.

Отчет по ЛР:

Требования к содержанию отчетов представлены в методических указаниях к лабораторным работам. Все результаты предъявляются в печатной или рукописной форме.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории с использованием тестовых вопросов.

#### Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Дифф.зачет оформляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий. При условии защиты всех лабораторных работ оценка за дифференцированный зачет определяется по результатам коллоквиума либо теста.

При отсутствии успешных ответов по коллоквиуму или тесту зачет оформляется с оценкой «удовлетворительно» на основании успешного выполнения и защиты предусмотренных рабочей программой лабораторных работ.



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	Лабораторный практикум		ПСК-2	
3	6	Раздел 1. Введение.	4	2	2	0	2	10	Тест, Коллоквиум
3	6	Раздел 2. Измерительно-преобразовательные устройства.	36	16	6	10	20	30	Тест, Лабораторная работа, Коллоквиум
3	6	Раздел 3. Гироскопические приборы и системы ориентации и навигации.	49	25	18	7	24	30	Тест, Лабораторная работа, Коллоквиум
3	6	Раздел 4. Устройства исполнительной подсистемы и их динамические характеристики как элементов системы управления.	19	8	8	0	11	30	Тест
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	