

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)**

**УТВЕРЖДАЮ**



Первый

проректор – проректор

по учебной работе

Н.Н. Сухих

2018 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Системы управления беспилотными летательными аппаратами**

Направление подготовки

**25.03.03 Аэронавигация**

Направленность программы (профиль)

**Техническая эксплуатация автоматизированных систем управления  
воздушным движением**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Санкт-Петербург

2018

## 1 Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Системы управления беспилотными летательными аппаратами» – формирование компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускника по разработке и эксплуатации программно-аппаратного обеспечения информационно-измерительных и управляющих систем беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение элементов и подсистем БЛА;
- решение задач, связанных с моделированием элементов и подсистем БЛА, в том числе с использованием ЭВМ;
- применение полученных теоретических и практических знаний к решению профессиональных задач, связанных с эксплуатацией БЛА.

Дисциплина «Системы управления беспилотными летательными аппаратами» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому и сервисному виду профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Системы управления беспилотными летательными аппаратами» представляет собой дисциплину, относящуюся к вариативной части профессионального цикла дисциплин по выбору ОПОП ВПО по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация» (бакалавриат), профиль «Техническая эксплуатация автоматизированных систем управления воздушным движением».

Дисциплина «Системы управления беспилотными летательными аппаратами» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Электротехника и электроника», «Архитектура электронно-вычислительных машин».

Дисциплина «Системы управления беспилотными летательными аппаратами» является обеспечивающей для дисциплины «Цифровые системы записи и связи», а также для производственной и преддипломной практик.

Дисциплина изучается в 6 семестре.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Системы управления беспилотными летательными аппаратами» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1. Способность эксплуатировать автоматизированные системы обслу-	<i>Знать:</i> – элементную базу и принципы построения автоматизированных систем, используемых в авиации;

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
живания воздушного движения, радиоэлектронные системы наблюдения, навигации и связи, средства навигационного и метеорологического обеспечения воздушного движения (ПК-22)	<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить анализ работы средств автоматизации;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками эксплуатации аппаратных и программных средств АС УВД.</li> </ul>
2. Способность и готовность осуществлять проверку работоспособности эксплуатируемого оборудования (ПК-23)	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия, связанные с процессами эксплуатации программных и аппаратных систем управления БЛА;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить диагностику программных и аппаратных средств автоматизированных систем управления и передачи информации, используемых в БЛА;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования стандартных средств и методов технической диагностики.</li> </ul>
3. Способность настраивать и осуществлять обслуживание аппаратно-программных средств (ПК-25)	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– элементную базу и принцип работы аппаратно-программных средств, используемых в БЛА;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– настраивать и обслуживать аппаратно-программные средства систем управления БЛА;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования системного программного обеспечения и технических средств, используемых для настройки и обслуживания аппаратно-программных систем управления БЛА.</li> </ul>
4. Уметь составлять заявки на оборудование и запасные части, оформлять техническую документацию (ПК-28)	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– элементы аппаратно-программных систем, используемых в БЛА, и их технические характеристики;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать элемент по его техническим характеристикам;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с технической документацией.</li> </ul>

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	80,5	80,5
лекции	32	32
практические занятия	48	48
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	19	19
Промежуточная аттестация:	9	9
контактная работа	0,5	0,5
самостоятельная работа по подготовке к зачету с оценкой	8,5	8,5

#### 5 Содержание дисциплины

##### 5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции				Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-22	ПК-23	ПК-25	ПК-28		
Тема 1. Классификация беспилотных летательных аппаратов	12	+	+		+	ВК, Л, ИТ, ПЗ, СРС	П
Тема 2. Управление полетом беспилотного летательного аппарата	24	+	+	+		Л, ПЛ, ПЗ, СРС	П
Тема. 3. Беспилотный летательный аппарат – объект управления	37	+	+	+		Л, ПЛ, ПЗ, СРС	П
Тема 4. Автопилоты. Принцип действия	26	+	+	+	+	Л, ПЛ, ПЗ, СРС	П

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции				Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-22	ПК-23	ПК-25	ПК-28		
Итого в 6 семестре	99						
Промежуточная аттестация	9						
Итого по дисциплине	108						

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, П – письменный опрос, ВК – входной контроль.

### 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Классификация беспилотных летательных аппаратов	4	6			2		12
Тема 2. Управление полетом беспилотного летательного аппарата	8	12			4		24
Тема 3. Беспилотный летательный аппарат – объект управления	12	18			7		37
Тема 4. Автопилоты. Принцип действия	8	12			6		26
Итого за 6 семестр	32	48			19		99
Промежуточная аттестация							9
Итого по дисциплине							108

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

### 5.3 Содержание дисциплины

#### Тема 1. Классификация беспилотных летательных аппаратов

Классификация беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Тактико-технические и эксплуатационные характеристики БЛА. Микросистемная авионика.

#### Тема 2. Управление полетом беспилотного летательного аппарата

Способы управления полетом БЛА. Режимы полета и аппаратуры управления БЛА. Операционная система авионики. Наземная аппаратура управления. Бортовая аппаратура управления.

### **Тема 3. Беспилотный летательный аппарат – объект управления**

Системы координат и пространственное движение БЛА. Продольное движение. Боковое движение. Передаточные функции БЛА.

### **Тема 4. Автопилоты. Принцип действия**

Принцип действия автопилота с жесткой обратной связью при устранении начального отклонения по крену. Принцип действия автопилота по каналу крена. Принцип действия автопилота по каналу тангажа. Принцип действия автопилота по каналу курса.

## **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	ПЗ1. Классификация БЛА	6
1	ПЗ2. Основы БЛА	12
2	ПЗ3. Управление полетом БЛА 1	18
2	ПЗ4. Управление полетом БЛА 2	12
3	ПЗ5. БЛА – объект управления	6
3	ПЗ6. Системы управления БЛА	12
4	ПЗ7. Автопилоты 1	18
4	ПЗ8. Автопилоты 2	12
Итого по дисциплине		48

## **5.5 Лабораторный практикум**

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

## **5.6 Самостоятельная работа**

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Изучение теоретического материала и подготовка к практическим занятиям по теме 1. Подготовка к письменному опросу. [1–3, 5, 8-12]	2
2	Изучение теоретического материала и подготовка к	4

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	практическим занятиям по теме 2. Подготовка к письменному опросу. Подготовка доклада. [1–3, 4, 6, 9-12]	
3	Изучение теоретического материала и подготовка к практическим занятиям по теме 3. Подготовка к письменному опросу. [1–2, 6-7, 10-12]	7
4	Изучение теоретического материала и подготовка к практическим занятиям по теме 4. Подготовка к письменному опросу. Подготовка к кейс-задачам.[1–3, 5, 9-12]	6
Итого по дисциплине		19

### 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Рэндал, У.Б. **Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика** [Электронный ресурс] / У.Б. Рэндал, У.М. Тимоти. – Электрон. дан. – Москва: Техносфера, 2015. – 312 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76159>, свободный (дата обращения: 26.01.2018 г.).

2. Шалыгин, А.С. **Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов** [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.С. Шалыгин, Л.Н. Лысенко, О.А. Толпегин. – Электрон. дан. – Москва: Машиностроение, 2012. – 584 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5807>, свободный (дата обращения: 26.01.2018 г.).

3. Красильников, М.Н. **Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов** [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Н. Красильников, Г.Г. Серебряков. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2009. – 557 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2688>, свободный (дата обращения: 26.01.2018 г.).

б) дополнительная литература:

4. Шалыгин, А.С. **Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов** [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Шалыгин, И.Л. Петрова, В.А. Санников. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. – 126 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64107>, свободный (дата обращения: 26.01.2018 г.).

5. Егупов, Н.Д. **Алгоритмическая теория систем управления, основанная на спектральных методах. В двух томах. Том 1. Аппарат обобщения математической базы частотного метода** [Электронный ресурс] / Н.Д. Егупов. – Электрон. дан. – Москва: 2014. – 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106262>.

6. Буканова, Т.С. **Моделирование систем управления** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.С. Буканова, М.Т. Алиев. – Электрон. дан. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – 144 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102702>.

7. **Циркуляр 328 ИКАО. Беспилотные авиационные системы.** ИКАО, 2011 г. CIR328. ISBN 978-92-9231-780-5. – Режим доступа: [http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/328\\_ru.pdf](http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/328_ru.pdf) свободный (дата обращения: 15.01.2018).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети (интернет):

8. **Многоцелевые беспилотные комплексы.** – Режим доступа: <http://aerombk.com/ru> свободный (дата обращения: 15.01.2018).

9. **ZUAV GCS – Программное обеспечение для управления БЛА.** – Режим доступа: <http://zala.aero/produkcija/sistemy-upravleniya/programmnoe-obespechenie/> свободный (дата обращения: 15.01.2018).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

10. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> свободный (дата обращения: 15.01.2018).

11. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> (дата обращения: 15.01.2018).

### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Компьютерный класс № 3 (ауд. 803): Компьютерные столы - 11 шт., стулья - 11 шт., 11 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска. Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550), Photoshop CS3 (госконтракт № SBR1010080401-00001346-01), K-Lite Codec Pack (freeware), Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843), VirtualBox (GPL v2), PascalABC.NET ((L)GPL v3), Anaconda3 (BSD license), Scilab (CeCILL), LogiSim (GNU GPL), Visual Studio Community (Бесплатное лицензионное соглашение).

### **8 Образовательные и информационные технологии**

Входной контроль предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимся, необходимых перед изучением дисциплины. Входной



контроль осуществляется по вопросам, на которых базируется читаемая дисциплина.

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины.

Лекции проводятся в аудиторной и интерактивной форме. В качестве интерактивных лекций используются мини-лекции. Мини-лекции являются одной из форм интерактивного обучения и направлены на развитие коммуникативных навыков обучающихся, а также служат актуализации изучаемого на лекциях теоретического материала. Перед объявлением какой-либо информации преподаватель спрашивает, что знают об этом студенты. После предоставления какого-либо утверждения преподаватель предлагает обсудить отношение студентов к этому вопросу. После обсуждения, перед тем, как перейти к следующему вопросу, преподаватель подытоживает сказанное.

Практическое занятие по дисциплине содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Основным принципом организации самостоятельной работы студентов является комплексный подход, направленный на формирование навыков репродуктивной и творческой деятельности студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем, при домашней подготовке. Главная цель самостоятельной работы студентов – развитие способности организовывать и реализовывать свою деятельность без постороннего руководства и помощи. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовку к проектам.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **9.1 Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов. Вид промежуточной аттестации: зачет с оценкой (6 семестр).

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
<b>Контактные виды занятий</b>				
ПЗ 1 (Тема 1).	5	8	2	
ПЗ 2 (Тема 1).	5	8	3	
ПЗ 3 (Тема 2)	5	8	5	
ПЗ 4 (Тема 2)	6	8	7	
ПЗ 5 (Тема 3)	6	9	8	
ПЗ 6 (Тема 3)	6	9	10	
ПЗ 7 (Тема 4)	6	9	12	
ПЗ 8 (Тема 4)	6	9	14	
<b>Итого по обязательным видам занятий</b>	<b>45</b>	<b>70</b>		
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>60</b>	<b>100</b>		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премиальных баллов		<b>20</b>		
<b>Всего по дисциплине для рейтинга</b>		<b>120</b>		
<b>Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку для зачета с оценкой</b>				
<b>Количество баллов по БРС</b>	<b>Оценка (по «академической» шкале)</b>			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

## 9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

На лекциях излагаются теоретические основы изучаемой дисциплины. На практических занятиях закрепляется теоретический материал, изложенный на лекциях, путем решения задач по каждой теме или рассмотрения конкретных практических вопросов.

По итогам освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой. Промежуточная аттестация проводится преподавателем, ведущим занятия в группе по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация имеет целью оценить уровень полученных студентами знаний, умение применять их к решению практических задач, владение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой в 6 семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины предусмотрено:

- балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации обучающихся. Данная форма формирования результирующей оценки учитывает активность обучающихся на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы, выполнение самостоятельных заданий.

- ответ на зачете с оценкой по билетам, содержащим два теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **9.3 Темы курсовых работ по дисциплине**

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

### **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

1. Дать определения понятиям: постоянный и переменный ток.
2. Сформулируйте и запишите закон Ома для участка цепи.
3. Сформулируйте и запишите закон Ома для полной цепи.
4. Как связаны переменные ток и напряжение на резистивном элементе?
5. Как связаны переменные ток и напряжение на индуктивном элементе?
6. Как связаны переменные ток и напряжение на емкостном элементе?
7. Что такое электронно-дырочный переход?
8. Назовите известные Вам полупроводниковые приборы и поясните их назначение.
9. Что входит в состав ЭВМ?
10. Назовите известные Вам архитектуры ЭВМ и поясните в чем их отличие.

## 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>1. Способность эксплуатировать автоматизированные системы обслуживания воздушного движения, радиоэлектронные системы наблюдения, навигации и связи, средства навигационного и метеорологического обеспечения воздушного движения (ПК-22)</i>		
<i>Знать:</i> – элементную базу и принципы построения автоматизированных систем, используемых в авиации	1 этап формирования	– перечисляет элементы систем, дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– дает подробную характеристику; описывает принцип работы элементов и систем
<i>Уметь:</i> – проводить анализ работы средств автоматизации	1 этап формирования	– описывает назначение основных элементов системы
	2 этап формирования	– описывает совместную работу элементов системы
<i>Владеть:</i> – навыками эксплуатации аппаратных и программных средств АС УВД	1 этап формирования	– перечисляет работы, связанные с эксплуатационным обслуживанием аппаратно-программных средств
	2 этап формирования	– дает подробное описание перечисленных работ
<i>2. Способность и готовность осуществлять проверку работоспособности эксплуатируемого оборудования (ПК-23)</i>		
<i>Знать:</i> – основные понятия, связанные с процессами эксплуатации программных и аппаратных систем управления БЛА	1 этап формирования	– Перечисляет основные термины и дает их определение
	2 этап формирования	– Поясняет связь между параметрами; – использует их для решения задач
<i>Уметь:</i> – проводить диагностику программных и аппарат-	1 этап формирования	– Перечисляет программные и аппаратные средства и методы диагностики технического состояния

Критерий	Этапы формирования	Показатель
ных средств автоматизированных систем управления и передачи информации, используемых в БЛА	2 этап формирования	– Дает подробную характеристику методам и средствам диагностики, проводит оценку основных параметров и сравнение характеристик
<i>Владеть:</i> – навыками использования стандартных средств и методов технической диагностики	1 этап формирования	– Называет средства и методы технической диагностики, дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– Демонстрирует навык использования средств и методов диагностики
<i>3. Способность настраивать и осуществлять обслуживание аппаратно-программных средств (ПК-25)</i>		
<i>Знать:</i> – элементную базу и принцип работы аппаратно-программных средств, используемых в БЛА	1 этап формирования	– Перечисляет элементы и дает им краткую характеристику
	2 этап формирования	– Дает подробную характеристику; – поясняет связь между параметрами элементов
<i>Уметь:</i> – настраивать и обслуживать аппаратно-программные средства систем управления БЛА	1 этап формирования	– Перечисляет этапы жизненного цикла аппаратно-программных средств управления и передачи информации; называет работы, требуемые на каждом этапе
	2 этап формирования	– Дает подробную характеристику этапам жизненного цикла аппаратно-программных средств управления и передачи информации; подробно описывает порядок проведения работ и основные влияющие факторы
<i>Владеть:</i> – навыками использования системного программного	1 этап формирования	– Перечисляет системные программные утилиты и технические средства

Критерий	Этапы формирования	Показатель
обеспечения и технических средств, используемых для настройки и обслуживания аппаратно-программных систем управления БЛА	2 этап формирования	– Дает подробную характеристику системным программным утилитам и техническим средствам; описывает процессы технического обслуживания аппаратно-программных средств
<i>4. Уметь составлять заявки на оборудование и запасные части, оформлять техническую документацию (ПК-28)</i>		
<i>Знать:</i> – элементы аппаратно-программных систем, используемых в БЛА, и их технические характеристики	1 этап формирования	– Перечисляет элементы и называет их технические характеристики
	2 этап формирования	– Дает подробное описание; названных элементов, дает определения и поясняет взаимосвязь технических параметров
<i>Уметь:</i> – выбирать элемент по его техническим характеристикам;	1 этап формирования	– Называет элементы систем и перечисляет их технические параметры
	2 этап формирования	– Использует полученные знания для решения практических задач по выбору элементной базы технических средств автоматизации
<i>Владеть:</i> – навыками работы с технической документацией	1 этап формирования	– Называет виды технической документации и соответствующие стандарты
	2 этап формирования	– Использует техническую документацию для решения профессиональных задач

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 30. Минимальное количество – 15 баллов (что соответствует оценке «удовлетворительно»).

2. При наборе менее 15 баллов – зачет с оценкой не сдан по причине недостаточного уровня знаний.

3. Зачет с оценкой выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы.

4. Ответы на вопросы оцениваются следующим образом:

– *1 балл:* отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;

- 2 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
- 3 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
- 4 балла: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- 5 баллов: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- 6 баллов: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- 7 баллов: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
- 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### ***Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля:***

1. Дайте определение БЛА и малоразмерному БЛА (МБЛА).
2. Какие задачи могут решать МБЛА в гражданских и военных целях?
3. Каковы пределы изменения основных технических характеристик МБЛА?
4. Назовите основные способы взлета и посадки МБЛА и приведите примеры их применения для конкретных образцов МБЛА.
5. Дайте определение авионики.
6. В чем заключаются особенности микросистемной авионики?

7. Какую функциональную роль играет авионика в составе систем автоматического управления БЛА?
8. Какие виды полезной нагрузки размещаются на борту МБЛА?
9. Какие функциональные блоки входят в состав аппаратуры управления МБЛА?
10. Назовите основные причины потерь МБЛА.
11. Какие существуют способы управления полетом по линии заданного пути?
12. Какие технические средства понадобятся для реализации каждого из способов управления полетом?
13. Что должно включать полетное задание?
14. Какие технические средства необходимы для реализации позиционного и инерциального способа счисления пути?
15. С помощью каких функциональных блоков можно реализовать ручной, полуавтоматический и автоматический режимы управления полетом БЛА?
16. В чем заключаются особенности интегрированной модульной авионики?
17. Какие функции выполняют устройства управления «Пилот», «Штурман» и «Радист»?
18. Какие функции выполняет автопилот в различных режимах полета БЛА?
19. В чем достоинства сетевой структуры построения авионики БЛА?
20. Какие известны примеры построения аппаратуры управления БЛА отечественных и иностранных разработчиков?
21. Какие системы координат определяют пространственное положение БЛА?
22. Какие размеры БЛА являются характерными?
23. Какие силы действуют на БЛА в продольном движении?
24. Что такое углы атаки и тангажа?
25. Что характеризуют аэродинамические коэффициенты сил?
26. Что характеризуют аэродинамические коэффициенты моментов?
27. Как определяются моменты продольной статической устойчивости и демпфирования тангажа?
28. Каково взаимное расположение центров масс и давления для устойчивого, неустойчивого и нейтрального БЛА?
29. Каким образом формируется управляющий момент по высоте?
30. Какие аэродинамические силы и моменты действуют на БЛА в боковом движении?
31. Что такое углы курса и скольжения?
32. Каким образом формируются моменты статической устойчивости крена и пути?
33. Какую роль играет угол поперечного наклона плоскости крыльев?
34. В чем причина возникновения неустойчивых движений БЛА типа «голландский шаг» и «штопор»?
35. На какие группы делятся параметры регулирования БЛА?



36. Какими динамическими звеньями можно представить БЛА при его движении по крену, курсу и тангажу?

***Типовые вопросы для проведения промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой***

1. Классификация беспилотных летательных аппаратов (БЛА).
2. Тактико-технические и эксплуатационные характеристики БЛА.
3. Микросистемная авионика.
4. Способы управления полетом БЛА.
5. Режимы полета и аппаратуры управления БЛА.
6. Операционная система авионики.
7. Наземная аппаратура управления.
8. Бортовая аппаратура управления.
9. Системы координат и пространственное движение БЛА.
10. Продольное движение.
11. Боковое движение.
12. Передаточные функции БЛА.

***Типовые практические задания для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой***

1. Кинематическая задача.

Треть пути БЛА пролете со скоростью, вторую треть пути БЛА пролетел другой скоростью, оставшуюся треть пути БЛА пролетел со скоростью в два раза больше, чем на первой части пути. Какова средняя скорость БЛА?

2. Динамическая задача.

БЛА вертолётного типа с заданной массой и ротором с заданным диаметром «повис» в воздухе. С какой скоростью ротор отбрасывает вертикально вниз струю воздуха? Диаметр струи воздуха считать равным диаметру ротора.

3. Задача на преобразование одной системы координат в другую.

Вычислить элементы матрицы вращения при повороте одной системы координат относительно другой на плоскости на некоторый угол.

4. Динамическая задача на анализ продольного движения.

Вычислить момент аэродинамических сил для заданного угла атаки и параметров крыла для БЛА самолетной схемы (БЛА выбрать самостоятельно).

5. Динамическая задача на анализ бокового движения.

Вычислить коэффициенты дифференциальных уравнений для заданных углов скольжения и отклонения руля поворота для БЛА самолетной схемы (БЛА выбрать самостоятельно).

6. Задача на получение передаточной функции БЛА.

Для модели продольного движения получить операторные уравнения и функцию передачи изменения угла наклона траектории БЛА по отношению к управляющему воздействию.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

Лекция предназначена не только и не столько для сообщения какой-то информации, а, в первую очередь, для развития мышления обучаемых. Одним из способов, активизирующих мышление, является такое построение изложения учебного материала, когда обучающиеся слушают, запоминают и конспектируют излагаемый лектором учебный материал, и вместе с ним участвуют в решении проблем, задач, вопросов, в выявлении рассматриваемых явлений. Такой методический прием получил название проблемного изложения.

Практическое занятие проводится в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении задач. Главным содержанием этих занятий является практическая работа каждого студента, форма занятия – групповая, а основной метод, используемый на занятии – метод практической работы. Практическое занятие начинается, как правило, с формулирования его целевых установок. Понимание обучаемыми целей и задач занятия, его значения для специальной подготовки способствует повышению интереса к занятию и активизации работы по овладению учебным материалом. Вслед за этим производится краткое рассмотрение основных теоретических положений, которые являются исходными для работы обучаемых на данном занятии. Обычно это делается в форме опроса обучаемых, который служит также средством контроля за их самостоятельной работой. Обобщение вопросов теории может быть поручено также одному из обучаемых. В этом случае соответствующее задание дается заранее всей учебной группе, что служит дополнительным стимулом в самостоятельной работе. В заключении преподаватель дает оценку ответов обучаемых и приводит уточненную формулировку теоретических положений. Основную часть практического занятия составляет работа обучаемых по выполнению учебных заданий под руководством преподавателя. На практических занятиях благоприятные условия складываются для индивидуализации обучения. При проведении занятий преподаватель имеет возможность наблюдать за работой каждого обучаемого, изучать их индивидуальные особенности, своевременно оказывать помощь в решении возникающих затруднений. Наиболее успешно выполняющим задание преподаватель может дать дополнительные вопросы, а отстающим уделить больше внимания, как на занятии, так и во вне

учебное время. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, выставлением оценок каждому студенту и указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- изучение теоретического материала лекций;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к опросу.

В ходе самостоятельной работы преподаватель обязан прививать обучаемым навыки применения современных вычислительных средств, справочников, таблиц и других вспомогательных материалов, добиваться необходимой точности и быстроты вычислений, оформления работ в соответствии с установленными требованиями.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 161000 «Аэронавигация».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 8 «Прикладной математики и информатики» «18» января 2018 года, протокол № 6.

Разработчик:

к.т.н.  Зубакин И.А.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Заведующий кафедрой № 8 «Прикладной математики и информатики»

к.т.н., доцент  Далингер Я. М.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП  
к.т.н., доцент  Далингер Я. М.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «14» февраля 2018 года, протокол № 5.