

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.П. Ковалев

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«20» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы автоматического управления летательных аппаратов и их силовых установок»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Наименование направленности	Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники
Форма обучения	заочная

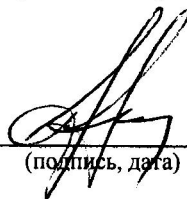
Санкт-Петербург 2019

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.в.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.Л. Кунтуров

(инициалы, фамилия)

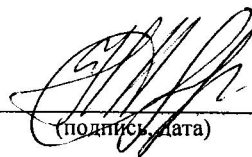
Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«13» 05 2019 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

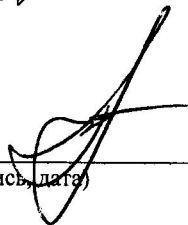
Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 25.03.01(01)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



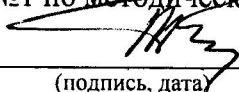
(подпись, дата)

С.Г. Бурлуцкий

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Системы автоматического управления летательных аппаратов и их силовых установок» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» направленности «Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с системами автоматического управления летательными аппаратами и их силовыми установками.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, мастер-классы, лабораторные работы, практические занятия, семинары, самостоятельная работа студентов, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение теории и практики применения систем автоматического управления летательными аппаратами (ЛА) и их силовыми установками (СУ), привитие студентам навыков выполнения инженерных оценок качества систем, формирование подходов к применению методов и средств теории управления к созданию автоматических и полуавтоматических авиационных и космических систем. При этом известные требования к авиационной технике по минимизации веса, габаритов, энергопотребления должны быть увязаны с современными экономическими и экологическими аспектами создания новой и эксплуатации существующей техники. В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование социально-личностных и общекультурных компетенций.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники	ПК-3.3.1 знать методы поиска повреждений и отказов авиационной техники и технологии их устранения; методы оценивания эффективности и надежности применяемых методов устранения повреждений и отказов авиационной техники и их причин ПК-3.У.2 уметь осуществлять поиск и устранение отказов и повреждений авиационной техники и их причин ПК-3.В.3 владеть технологиями поиска и устранения отказов и повреждений авиационной техники и методами выявления их причин

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математика, математический анализ, теория вероятностей и мат. статистика;
- Метрология, стандартизация и сертификация;
- Основы автоматического управления;
- Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы;
- Моделирование процессов и систем.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Контроль и диагностика измерительно-вычислительных комплексов;
- Алгоритмическое и программное обеспечение.

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	16	16
в том числе:		
лекции (Л), (час)	4	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	8	8
лабораторные работы (ЛР), (час)	4	4
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	119	119
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Задачи систем управления ЛА, этапы развития и вклад отечественной науки и техники. Тема 1.1. Классификация САУ ЛА и СУ. Основные органы управления. Роль человека-оператора и автомати- ки в управлении ЛА. Тема 1.2. Режимы работы САУ и СУ. Полуавтоматическое управление, его преимущества и недостатки. Надежно- сть и информационная пропускная спо- собность.. Тема 1.3. Общие уравнения движения Характеристика системы и возможно- сти	4	4	4		10

решения. Тема 1.4. Линеаризация уравнений ЛА. Тема 1.5. Безразмерные уравнения и их практическая значимость для анализа и синтеза систем.					
Раздел 2. Общие характеристики движений ЛА. Тема 2.1. Разделение на продольное и боковое движение. Тема 2.2. Устойчивость системы, естественная и искусственная. Тема 2.3. Возмущения, действующие на ЛА. Балансировка самолета. Сдвиг ветра. Тема 2.4. Общая структура комплекса навигации и управления ЛА. Тема 2.5. Типовые датчики информации, исполнительные органы, вычислительные средства. Тема 2.6. Типовые законы управления. Оценка эффективности, требования для ЛА различного типа.	4	4	4		15
Раздел 3. Сложность систем и связь с качеством управления. Тема 3.1. Динамика управления угловым движением. Угловые скорости и перегрузки, спектральные характеристики системы. Тема 3.2. Выбор параметров демпфера. Тема 3.3. Надежность систем управления, способы и средства ее повышения. Наземный и встроенный контроль.	4	4	4		15
Раздел 4. Управление траекторией полета. Тема 4.1. Стабилизация скорости, высоты, числа М. Управление СУ в процессе изменения скорости и высоты. Тема 4.2. Автоматизация взлета и посадки. Полуавтоматическая и автоматическая посадка. Законы управления Тема 4.3. Уравнения движения вертолета. Тема 4.4. Органы управления. Особенности полета и структуры систем автоматического управления.	3	3	3		10

Раздел.5. Аналоговые и цифровые комплексы управления.	2	2	2		7
Тема.5.1. Состав и типовые характеристики. Особенности перспективных систем по адаптации, искусственному интеллекту, отказоустойчивости и многофункциональности.					
Итого в семестре:	17	17	17		57
Итого	17	17	17	0	57

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Задачи систем управления ЛА, этапы развития и вклад отечественной науки и техники. Классификация САУ ЛА и СУ. Основные органы управления. Роль человека-оператора и автоматики в управлении ЛА. Режимы работы САУ и СУ. Полуавтоматическое управление, преимущества и недостатки. Надежность и информационная пропускная способность. Общие уравнения движения. Характеристика системы и возможности решения. Линеаризация уравнений ЛА. Безразмерные уравнения и их практическая значимость для анализа и синтеза систем.
<b>2</b>	Общие характеристики движений ЛА. Разделение на продольное и боковое движение. Устойчивость системы, естественная и искусственная. Возмущения, действующие на ЛА. Балансировка самолета. Сдвиг ветра. Общая структура комплекса навигации и управления ЛА. Типовые датчики информации, исполнительные органы, вычислительные средства. Типовые законы управления. Оценка эффективности, требования для ЛА различного типа.
<b>3</b>	Сложность систем и связь с качеством управления. Динамика управления угловым движением. Угловые скорости и перегрузки, спектральные характеристики системы. Выбор параметров демпфера. Надежность систем управления, способы и средства ее повышения. Наземный и встроенный контроль. Управление траекторией полета. Стабилизация скорости, высоты, числа М. Управление СУ в процессе изменения скорости и высоты. Автоматизация взлета и посадки.

	Полуавтоматическая и автоматическая посадка. Законы управления.
4	Уравнения движения вертолета. Органы управления. Особенности полета и структуры систем автоматического управления. Особенности полета и структуры систем автоматического управления.
5	Аналоговые и цифровые комплексы управления. Состав и типовые характеристики. Особенности перспективных систем по адаптации, искусственному интеллекту, отказоустойчивости и многофункциональности. Демонстрация слайдов.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9				
1	Режимы работы САУ и СУ. Полуавтоматическое управление,	Доклад и обсуждение	4	1
2	Разделение на продольное и боковое движение. Устойчивость системы, естественная и искусственная.	Доклад и обсуждение	4	2
3	Угловые скорости и перегрузки, спектральные характеристики системы. Выбор параметров демпфера	Доклад обсуждение и моделирование	4	3
4	Органы управления. Особенности полета и структуры систем автоматического управления	Доклад обсуждение и моделирование	3	4
5	Аналоговые и цифровые комплексы управления.	Игровое проектирование	2	5
Всего			17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.



Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9			
1	Исследование характеристик человека-оператора	4	1,2
2	Исследование статического автопилота	4	3,4
3	Исследование астатического автопилота	4	3,4
4	Исследование системы тракторного управления	4	4
Всего		4	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	119	119

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
--------------------	--------------------------	---

ББК 39.6	1. Селезнев В.П. Основы космической навигации. М.: ЛИБРОКОМ, 2012	5
УДК 629.7. 05; ББК 39.62 М59	2. Микрин Е.А. Бортовые комплексы управления космическими аппаратами и проектирование их программного обеспечения.- М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. 336 с.	2
УДК 629.7. 02; ББК 39.66 Р17	3. Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П.Фортескью, Г. Суайнерда, Д.Старка. М.: Альпина Паблишер, 2015. 764 с.	2
УДК629.7.05.001	4. Воробьев В.Г., Кузнецов С.В. Автоматическое управление полетом самолетов. – М.: Транспорт, 1995. 448 с.	5
УДК 629.735.35. (075.8)	5. Динамика полета транспортных летательных аппаратов. Под ред. А.Я.Жукова - М.: Транспорт, 1996. 326 с.	5
УДК [681.5:689.7](075.8); ББК 39.57я73 С38	6. Синяков А.Н., Шаймарданов Ф.А. Системы автоматического управления ЛА и их силовыми установками. М.: Машиностроение, 1991. 320 с.	10
ISBN 5-88143-122-7 УДК 629.7.05 (075.8);	7. Авионика России:Энциклопедический справочник/ Под общ. Ред. С.Д.Бодрунова. - СПб.: НААП, 1999. 780 с.	2
Б75	8. Боднер В.А. Системы управления летательными аппаратами.– М.: Машиностроение, 1973. 506 с.	20
УДК629.7.05.001	9. Автоматизированное управление полетом воздушных судов. С.М.Федоров, В.М.Кейн, О.И.Михайлов, Н.Н.Сухих. Под ред. С.М.Федорова - М.: Транспорт, 1992. 264 с.	5

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности

компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Особенности деятельности летчика в автоматизированных системах управления.
2	Разделение функций управления между летчиком и машиной.
3	Математическая модель летчика в контуре управления ЛА.
4	Информационная пропускная способность человека-оператора.

5	„Полоса пропускания" летчика при управлении угловым движением ЛА.
6	Надежность системы летчик - ЛА.
7	Требования по представлению информации летчику.
8	Система ручного управления. Автоматы загрузки, триммерн. эффекта, центровки.
9	Требования к системам автоматического управления ЛА.
10	Системы координат, применяемые в теории САУ.
11	Определения углов рыскания, тангажа, крена.
12	Общие уравнения движения характеристика и взаимосвязи движения самолета.
13	Уравнения продольного движения самолета.
14	Линеаризация уравнений продольного движения.
15	Уравнения бокового движения самолета.
16	Линеаризация уравнений бокового движения.
17	„Разделение" продольного углового движения самолета.
18	Передаточные функции самолета по углам атаки и тангажу.
19	Структура, состав и назначение демпфера углового движения самолета.
20	Система стабилизации по тангажу с пропорциональным законом управления.
21	Система стабилизации по тангажу с введением производной в закон управления.
22	Система стабилизации по тангажу с введением интеграла в закон управления.
23	Режим согласования системы, его назначение и структура.
24	Управление высотой и скоростью полета через систему управления самолета.
25	Принципы построения систем захода на посадку.
26	Законы формирования командных сигналов при заходе на посадку.
27	Авиационный двигатель, как объект управления, виды и передаточные функции.
28	Структура и состав системы управления авиационным реактивным двигателем.
29	Режимы работы реактивного двигателя.

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
1	Особенности деятельности летчика в автоматизированных системах управления.
2	Разделение функций управления между летчиком и машиной.
3	Математическая модель летчика в контуре управления ЛА.
4	Информационная пропускная способность человека-оператора.
5	„Полоса пропускания" летчика при управлении угловым движением ЛА.
6	Надежность системы летчик - ЛА.
7	Требования по представлению информации летчику.
8	Система ручного управления. Автоматы загрузки, триммерн. эффекта, центровки.
9	Требования к системам автоматического управления ЛА.
10	Системы координат, применяемые в теории САУ.
11	Определения углов рыскания, тангажа, крена.
12	Общие уравнения движения характеристика и взаимосвязи движения самолета.
13	Уравнения продольного движения самолета.
14	Линеаризация уравнений продольного движения.
15	Уравнения бокового движения самолета.
16	Линеаризация уравнений бокового движения.
17	„Разделение" продольного углового движения самолета.
18	Передаточные функции самолета по углам атаки и тангажу.
19	Структура, состав и назначение демпфера углового движения самолета.
20	Система стабилизации по тангажу с пропорциональным законом управления.
21	Система стабилизации по тангажу с введением производной в закон управления.
22	Система стабилизации по тангажу с введением интеграла в закон управления.
23	Режим согласования системы, его назначение и структура.
24	Управление высотой и скоростью полета через систему управления самолета.
25	Принципы построения систем захода на посадку.

26	Законы формирования командных сигналов при заходе на посадку.
27	Авиационный двигатель, как объект управления, виды и передаточные функции.
28	Структура и состав системы управления авиационным реактивным двигателем.
29	Режимы работы реактивного двигателя.

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;

- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- краткое содержание предшествующей лекции;
- постановка задачи системы управления и возможные пути решения;
- математические формулировки и модели, алгоритмы и аппаратные средства;
- условия устойчивости, надежности, точности при технической реализации.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловое, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;



– обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Пример – Лаб. раб. №1

«Исследование статического автопилота»

Рассмотрим статическую систему автоматического управления углом тангажа (рис.), включающую контур управления угловой скоростью и контур управления углом тангажа. Передаточная функция ЛА взята в предположении постоянства скорости полета. На структурной схеме не показаны внешние возму-

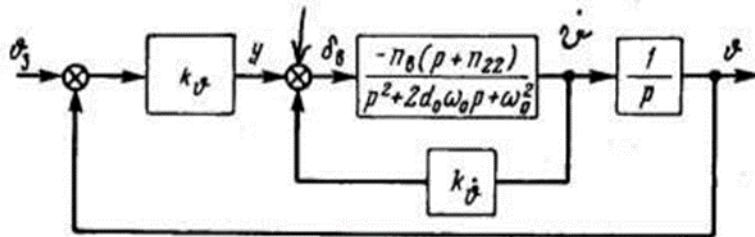


Рис. Структурная схема системы управления углом тангажа

щения  $f_2$  и  $f_3$ , действующие на ЛА. Закон управления системы берем в виде

$$\delta_{\theta} = k_{\theta} (\vartheta - \vartheta_3) + k_{\dot{\vartheta}} p \vartheta,$$

где  $\vartheta_3$  — заданное значение угла тангажа.

Решая уравнение совместно с уравнениями, получим

$$p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 \vartheta = (b_0 p + a_3) \vartheta_3 + (n_0 p + n_{32}) f_2 + (p + n_{22}) f_3,$$

где

$$a_1 = 2d_0 \omega_0 + n_{\theta} k_{\dot{\vartheta}}; \quad a_2 = \omega_0^2 + n_{\theta} (k_{\theta} + n_{22} k_{\dot{\vartheta}});$$

$$a_3 = n_{\theta} n_{22} k_{\theta}; \quad b_0 = n_{\theta} k_{\theta}.$$

## Структура и форма отчета о лабораторной работе

Выбор параметров системы управления следует производить из условий неискаженного воспроизведения заданного угла тангажа  $\vartheta_3$  при слабом реагировании на возмущения  $f_2$  и  $f_3$ . Если передаточные числа  $k_\vartheta$  и  $k_\dot{\vartheta}$  выбрать достаточно большими, то реакция системы на возмущения  $f_2$  и  $f_3$  будет слабой.

Будем осуществлять выбор передаточных чисел  $k_\vartheta$  и  $k_\dot{\vartheta}$  в два этапа. Сначала выберем значение передаточного числа  $k_\dot{\vartheta}$  из условия заданного переходного процесса во внутреннем контуре (см. рис. ), передаточная функция для которого имеет вид

$$\frac{\dot{\vartheta}}{y} = \frac{n_n (p + n_{22})}{p^2 + 2d\omega p + \omega^2},$$

где

$$\omega^2 = \omega_0^2 + n_n n_{22} k_\dot{\vartheta}; \quad 2d\omega = 2d_0 \omega_0 + n_n k_\dot{\vartheta}.$$

Выберем такое значение передаточного числа  $k_\dot{\vartheta}$ , чтобы коэффициент затухания был оптимальным, например,  $d=1$ . Находим

$$k_\dot{\vartheta} = \frac{1}{n_n} \left[ 2d^2 n_{22} \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{2d_0 \omega_0}{d^2 n_{22}} + \frac{\omega_0^2}{d^2 n_{22}^2}} \right) - 2d_0 \omega_0 \right].$$

Для внешнего замкнутого контура (см. рис.) можно написать

$$\frac{\vartheta}{\vartheta_3} = \frac{n_n k_\vartheta (p + n_{22})}{p^3 + A_1 \omega p^2 + A_2 \omega^2 p + \omega^3},$$

где

$$A_1 = 2d; \quad A_2 = 1 + \frac{n_n k_\vartheta}{\omega^2}; \quad \omega^3 = n_n k_\vartheta n_{22}.$$

Известно, что параметры Вышнеградского  $A_1$  и  $A_2$  соответствуют оптимальному переходному процессу, если они меняются в пределах от 2 до 3. Поскольку  $A_1$  определяется коэффициентом затухания  $d$ , то следует задать  $A_2=3$ , найдем

$$k_\vartheta = \frac{8n_{22}^2}{n_n}; \quad \omega = 2n_{22}.$$

### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения

и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой