

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ  
Ответственный за образовательную  
программу

(должность, уч. степень, звание)

Н.И. Усков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«21» апреля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Целевые системы космических аппаратов»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                                                |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 25.03.01                                                       |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Техническая эксплуатация летательных аппаратов и<br>двигателей |
| Наименование<br>направленности                        | Эксплуатация и испытания авиационной и космической<br>техники  |
| Форма обучения                                        | очная                                                          |
| Год приема                                            | 2025                                                           |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доп. к. т. н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.М. Ананенко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«21» апреля 2025 г. протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

к. т. н.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доп. к. т. н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Целевые системы космических аппаратов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата 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»

ПК-9 «Способен к оперативному планированию деятельности первичных производственных подразделений»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач автоматизации управления космическим аппаратом (КА), управления движением центра масс и вокруг центра масс КА.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания курса является формирование у студентов общих теоретических и практических знаний в области бортовых систем КА, законов движения космических аппаратов (КА), принципов построения, алгоритмов работы и способов аппаратной реализации систем управления (СУ) и, на основе этого, практических умений и навыков анализа и оценивания качества функционирования СУ КА в основных эксплуатационных режимах, выполнения исследований по обоснованию ее структуры и параметров, проведения автономных испытаний входящих в состав СУ КА приборов и систем, самостоятельного освоения новых образцов техники.

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<br>ПК-3.3.2 знать методы оценивания эффективности и надежности применяемых методов устранения повреждений и отказов авиационной техники и их причин<br>ПК-3.У.1 уметь осуществлять поиск и устранение отказов и повреждений авиационной техники и их причин<br>ПК-3.В.1 владеть технологиями поиска и устранения отказов и повреждений авиационной техники и методами выявления их причин |
| Профессиональные компетенции   | ПК-9 Способен к оперативному планированию деятельности первичных производственных подразделений | ПК-9.У.1 уметь разрабатывать оперативные планы использования воздушных судов по назначению в пределах межремонтных ресурсов и их отхода (выбытия) на периодическое техническое обслуживание                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электротехника»,
- «Теоретическая механика»,
- «Прикладная механика»,
- «Электроника»,
- «Аэродинамика и динамика полёта»,

– «Автоматика и управление».

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

– «Системы автоматического управления летательных аппаратов и их силовых установок»,

– «Основы испытания авиационной и космической техники».

### 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 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------|
|                                                                                             |        | №6                        |
| 1                                                                                           | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>                                             | 3/ 108 | 3/ 108                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>                                                 | 34     | 34                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>                                                       | 51     | 51                        |
| в том числе:                                                                                |        |                           |
| лекции (Л), (час)                                                                           | 17     | 17                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                                | 17     | 17                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                             | 17     | 17                        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                    |        |                           |
| экзамен, (час)                                                                              | 36     | 36                        |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>                                                  | 21     | 21                        |
| <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) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 6                                                                     |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Основы построения систем управления КА                              |              |               |          |          |           |
| Тема 1.1. Структура, классификация и принципы построения систем управления КА | 3            | 4             | 4        |          | 5         |
| Тема 1.2. Системы навигации и определения параметров ориентации КА            |              |               |          |          |           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |    |    |   |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|----|
| Раздел 2. Системы управления угловым движением КА<br>Тема 2.1. Системы управления угловым движением КА с управляющими реактивными двигателями<br>Тема 2.2. Системы управления угловым движением КА с двигателями-маховиками и гироскопическими управляющими органами<br>Тема 2.3. Магнитные, гравитационные и аэродинамические системы угловой стабилизации КА | 8  | 13 | 13 |   | 8  |
| Раздел 3. Системы управления движением центра масс КА<br>Тема 3.1. Система управления маневром КА<br>Тема 3.2. Система управления сближением КА<br>Тема 3.3. Система управления спуском КА                                                                                                                                                                     | 6  |    |    |   | 8  |
| Итого в семестре:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 17 | 17 | 17 |   | 21 |
| Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 17 | 17 | 17 | 0 | 21 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |    |    |   |    |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | Раздел 1. Основы построения систем управления КА<br>Тема 1.1. Структура, классификация и принципы построения систем управления КА<br>Определение, структура и классификация КА. Принципы построения систем управления КА. Бортовой комплекс управления КА. Системы координат, используемые при анализе движения КА. Уравнения движения КА и характеристики контура управления движением.<br>Тема 1.2. Системы навигации и определения параметров ориентации КА<br>Системы навигации КА. Системы определения параметров ориентации КА.                                                                                                                                                                                                                 |
| 2             | Раздел 2. Системы управления угловым движением КА<br>Тема 2.1. Системы управления угловым движением КА с управляющими реактивными двигателями<br>Системы управления угловым движением КА с управляющими реактивными двигателями. Переходные и установившиеся процессы в системе управления с реактивными двигателями и нелинейными датчиками. Системы управления угловым движением с управляющими реактивными двигателями и линейными датчиками. Исследование нелинейных систем управления методом гармонической линеаризации. Оптимальные системы управления угловым движением КА. Экстенсивное управление программными поворотами КА.<br>Тема 2.2. Системы управления угловым движением КА с двигателями-маховиками и гироскопическими управляющими |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>органами</p> <p>Системы управления угловым движением КА с двигателями-маховиками. Системы управления угловым движением КА с гироскопическими управляющими органами.</p> <p>Тема 2.3. Магнитные, гравитационные и аэродинамические системы угловой стабилизации КА</p> <p>Магнитные системы управления угловым движением КА. Гравитационные и аэродинамические системы угловой стабилизации КА.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3 | <p>Раздел 3. Системы управления движением центра масс КА</p> <p>Тема 3.1. Система управления маневром КА</p> <p>Орбитальные маневры КА и их программы. Система управления маневром КА.</p> <p>Тема 3.2. Система управления сближением КА</p> <p>Методы управления сближением КА. Система управления сближением космического корабля. Управление относительным движением КА при групповом полете.</p> <p>Тема 3.3. Система управления спуском КА</p> <p>Управление спуском КА на внеатмосферном участке. Управление спуском КА на атмосферном участке. Структура и работа системы управления спуском.</p> <p>Тема 3.4. Интеллектуальные системы управления КА</p> <p>Основные технологии искусственного интеллекта и структура интеллектуальной системы управления КА.</p> |

#### 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) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 6 |                                                                            |                            |                     |                                       |                      |
| 1         | Выбор оптимальной пары звёзд для навигации КА                              | Расчет и моделирование     | 4                   | 4                                     | 1                    |
| 2         | Разработка модели системы угловой стабилизации КА с релейными датчиками    | Расчет и моделирование     | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 3         | Разработка модели системы угловой стабилизации КА с линейными датчиками    | Расчет и моделирование     | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 4         | Разработка модели системы угловой стабилизации КА с двигателями-маховиками | Расчет и моделирование     | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 5         | Зачётное занятие                                                           |                            | 1                   |                                       |                      |
| 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) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 6 |                                                                       |                     |                                       |                      |
| 1         | Исследование детерминированного метода навигации КА                   | 4                   | 4                                     | 1                    |
| 2         | Исследование системы угловой стабилизации КА с релейными датчиками    | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 3         | Исследование системы угловой стабилизации КА с линейными датчиками    | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 4         | Исследование системы угловой стабилизации КА с двигателями-маховиками | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 5         | Зачётное занятие                                                      | 1                   |                                       |                      |
| Всего     |                                                                       | 17                  |                                       |                      |

#### 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 6, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1                                                 | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 14         | 14             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |            |                |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |            |                |
| Выполнение реферата (Р)                           |            |                |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 7          | 7              |
| Домашнее задание (ДЗ)                             |            |                |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        |            |                |
| Всего:                                            | 21         | 21             |

#### 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/<br>URL адрес | Библиографическая ссылка                                                                                                                           | Количество экземпляров в библиотеке<br>(кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 629.7<br>С38       | Синяков А.Н., Шаймарданов Ф.А. Системы автоматического управления ЛА и их силовыми установками. Учеб. для студ. втузов. – М.: Машиностроение, 1991 | 35                                                                     |
| 629.7<br>Б75       | Боднер, В.А. Системы управления летательными аппаратами / В.А. Боднер. М.: Машиностроение, 1973                                                    | 65                                                                     |
| 629.7(ЛИАП)<br>С28 | Хованский Ю.М, Пономарев В.К. Системы управления летательными аппаратами. Лекции. 1983г.                                                           | 18                                                                     |

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                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="http://www.twirpx.com/file/769747/">http://www.twirpx.com/file/769747/</a> | Воробьев В.В., Киселёв А.М., Поляков В.В. Системы управления летательных аппаратов. — Учебник для курсантов и слушателей вузов ВВС. — М.: Изд. ВВИА им.проф.Н.Е.Жуковского, 2008 |

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     | Мультимедийная лекционная аудитория                       |                                     |
| 2     | Компьютерный класс                                        |                                     |

## 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;<br>Экзаменационные билеты;<br>Задачи;<br>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<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»<br>«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»<br>«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»<br>«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</li> </ul>                                                                                                                                                                                                               |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                       | направления;<br>– слабо аргументирует научные положения;<br>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>– частично владеет системой специализированных понятий.                                                                                                                                                 |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>– испытывает трудности в практическом применении знаний;<br>– не может аргументировать научные положения;<br>– не формулирует выводов и обобщений. |

### 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                          | Код индикатора       |
|-------|-----------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1     | Дать определение космического аппарата.                         | ПК-3.3.1             |
| 2     | Дать определение понятию бортовой комплекс управления.          | ПК-3.3.2             |
| 3     | Что такое конструкция КА?                                       | ПК-3.3.1             |
| 4     | Дать определение понятию «Расходные материалы».                 | ПК-3.3.2             |
| 5     | Дать определение понятию «Бортовое оборудование».               | ПК-3.3.1             |
| 6     | Дать определение понятию «Бортовой комплекс».                   | ПК-3.3.2             |
| 7     | Дать определение понятие «Бортовой специальный комплекс».       | ПК-3.3.1             |
| 8     | Дать определение понятию «Бортовой обеспечивающий комплекс».    | ПК-3.3.2             |
| 9     | Дать определение понятию «Бортовой комплекс защиты».            | ПК-3.3.2             |
| 10    | Привести классификацию КА.                                      | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 11    | Общие принципы анализа и синтеза СУ.                            | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 12    | Перечислить возмущающие факторы, действующие на СУ КА в полете. | ПК-3.3.1<br>ПК-3.У.1 |
| 13    | Структура СУ полетом КА.                                        | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 14    | Назначение БКУ.                                                 | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 15    | Состав БКУ КА                                                   | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 16    | Назначение системы приема и передачи информации.                | ПК-3.3.2             |
| 17    | Назначение системы контроля и диагностирования.                 | ПК-3.3.2             |
| 18    | Назначение системы телеконтроля.                                | ПК-3.3.1             |
| 19    | Назначение системы управления движением и навигации.            | ПК-3.3.2             |
| 20    | Назначение системы управления бортовыми системами.              | ПК-3.3.1             |
| 21    | Законы управления                                               | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 22    | Как строится фазовый портрет?                                   | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 23    | Статические характеристики измерительных устройств.             | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 24    | Статические характеристики управляющих органов.                 | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |

|    |                                                                                     |                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 25 | Законы управления, используемые в СУУД КА.                                          | ПК-3.3.2<br>ПК-9.У.1 |
| 26 | Какие параметры определяют качество переходного процесса?                           | ПК-9.У.1             |
| 27 | Чем определяется качество установившегося процесса?                                 | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 28 | Достоинства и недостатки СУУД с УРД и ЛД?                                           |                      |
| 29 | Для чего вводится электрическая зона нечувствительности?                            | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 30 | Изобразить фазовый портрет СУУД оптимальной по быстродействию.                      | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 31 | Изобразить фазовый портрет СУУД оптимальной по расходу рабочего тела.               | ПК-3.3.2<br>ПК-3.У.1 |
| 32 | Структурная схема СУУД с ДМ.                                                        | ПК-9.У.1             |
| 33 | Объяснить необходимость использования систем разгрузки в СУУД с ДМ.                 | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 34 | Провести синтез изодромного закона управления СУУД КА с ДМ.                         | ПК-3.3.1<br>ПК-3.В.1 |
| 35 | Классификация, достоинства и недостатки ГУО.                                        | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 36 | Кинематическая схема однороторного ГУО.                                             | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 37 | Кинематическая схема двухроторного ГУО.                                             | ПК-3.3.2<br>ПК-9.У.1 |
| 38 | Уравнения и структурно-динамическая схема СУУД с ГУО.                               | ПК-9.У.1             |
| 39 | Пропорционально-дифференциальный закон управления СУУД с ГУО. Область устойчивости. | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 40 | Достоинства и недостатки пассивных систем управления.                               | ПК-3.3.2<br>ПК-3.У.1 |
| 41 | Принципиальная схема пассивной магнитной системы ориентации КА.                     | ПК-3.У.1<br>ПК-9.У.1 |
| 42 | Функциональная схема активной магнитной системы ориентации.                         | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 43 | Достоинства и недостатки гравитационных СУС.                                        | ПК-3.3.1<br>ПК-3.В.1 |
| 44 | Уравнения динамики КА гравитационной СУС.                                           | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 45 | Уравнения динамики КА аэродинамической СУС.                                         | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 46 | Перечислить виды управляемого движения центра масс КА.                              | ПК-3.3.1<br>ПК-3.У.1 |
| 47 | Перечислить задачи СУМ КА.                                                          | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 48 | Состав СУМ КА.                                                                      | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 49 | Перечислить основные виды маневров и их программы.                                  | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 50 | Дать определение понятию «сближение».                                               | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 51 | Перечислить основные этапы сближения.                                               | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 52 | Дать определение понятию «система сближения».                                       | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 53 | Объяснить суть метода сближения по свободным траекториям.                           | ПК-3.3.2             |
| 54 | Объяснить суть метода сближения по линии визирования (параллельного сближения).     | ПК-3.3.1<br>ПК-3.В.1 |
| 55 | Перечислить измерительную аппаратуру СУСб.                                          | ПК-3.3.2             |

|    |                                                                                    |                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|    |                                                                                    | ПК-3.В.1             |
| 56 | Перечислить режимы работы СУСб.                                                    | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 57 | Перечислить особенности построения СУСб с БЦВМ.                                    | ПК-3.3.2<br>ПК-9.У.1 |
| 58 | Дать определение понятию «снижение в атмосфере».                                   | ПК-9.У.1             |
| 59 | Перечислить основные этапы снижения.                                               | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 60 | Дать определение понятию «система управления спуском».                             | ПК-3.У.1<br>ПК-9.У.1 |
| 61 | Объяснить суть метода снижения по баллистической траектории.                       | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 62 | Объяснить суть метода управления снижением посредством эффективной подъемной силы. | ПК-3.3.1<br>ПК-3.В.1 |
| 63 | Перечислить методы управления снижением КА.                                        | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 64 | Представить законы управления снижением.                                           | ПК-3.3.1<br>ПК-3.В.1 |
| 65 | По какому критерию оценивается момент времени входа в атмосферу?                   | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 67 | Состав системы управления снижением КА.                                            | ПК-3.3.2<br>ПК-9.У.1 |
| 68 | Режимы работы системы снижения на атмосферном и внеатмосферном участках полета КА. | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |

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 | Код индикатора |
|-------|-----------------------------------------------------|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                     |                |

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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Код индикатора       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1     | Чем обусловлена необходимость использования в СУУД датчиков угловой скорости (ДУС)?<br><b>а. малой частотой процессов угловой стабилизации</b><br><b>б. высокими требованиями к точности управления</b><br><b>в. необходимостью выполнения программных поворотов</b><br><b>г. наличием на КА подвесных элементов конструкции</b><br><b>д. нелинейностью статической характеристики датчика угла</b> | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 2     | Укажите основной недостаток использования УРД для создания управляющих моментов на КА:<br><b>а. невозможность обеспечить высокую точность управления</b>                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-3.3.2<br>ПК-3.У.1 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>b. большая колебательность системы</li> <li>c. автоколебательный характер установившихся процессов в системе</li> <li><b>d. необходимость иметь запасы рабочего тела на борту</b></li> <li><b>e. сравнительно большой расход энергии на управление</b></li> </ul>                                                                                                                                                                        |                      |
| 3  | <p>На чем основан принцип действия двигателя-маховика как управляющего органа КА?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. на свойстве устойчивости вращающегося тела</li> <li><b>b. на третьем законе Ньютона</b></li> <li>c. на законе прецессии</li> <li><b>d. на законе сохранения момента количества движения</b></li> <li>e. на свойстве инерции</li> </ul>                                                                                                          | ПК-3.У.1<br>ПК-9.У.1 |
| 4  | <p>Пассивный режим работы ГУО позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>a. обеспечить стабилизацию КА при действии внешних моментов</b></li> <li>b. выполнять программные повороты КА</li> <li>c. обеспечивать начальную ориентацию КА</li> <li>d. сократить время переходных процессов в системе стабилизации</li> <li><b>e. парировать действие внешних возмущающих воздействий</b></li> </ul>                                                                 | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 5  | <p>К полуактивным способам создания управляющих моментов на КА относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. использование реактивных моментов двигателей-маховиков</li> <li>b. использование гироскопических моментов силовых гироскопов</li> <li><b>c. использование взаимодействия магнитного поля КА с магнитным полем Земли</b></li> <li>d. использование моментов гравитационных сил</li> <li><b>e. использование моментов аэродинамических сил</b></li> </ul> | ПК-3.3.1<br>ПК-3.В.1 |
| 6  | <p>Чем обусловлена необходимость режима «успокоения» в СУУД?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>a. зависимостью длительности переходного процесса от начальной угловой скорости КА</b></li> <li>b. стремлением уменьшить расход рабочего тела на управление</li> <li>c. требованиями к точности стабилизации</li> <li>d. релейной формой статической характеристики УРД</li> <li><b>e. стремлением сократить длительность переходного режима</b></li> </ul>          | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 7  | <p>Чем объясняется преимущественное использование в СУУД с УРД релейно-логических законов управления?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. требованиями экономичности процессов управления</li> <li>b. нелинейностью характеристик датчиков</li> <li>c. необходимостью выполнения программных поворотов</li> <li><b>d. формой статической характеристики УРД</b></li> <li>e. сложностью динамической схемы КА как объекта управления</li> </ul>                        | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 8  | <p>Для повышения точности угловой стабилизации в СУУД с УРД и релейными датчиками следует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>a. уменьшать зону нечувствительности датчика угла</b></li> <li><b>b. уменьшать зону нечувствительности датчика угловой скорости</b></li> <li>c. выбирать датчики с малой крутизной статической характеристики</li> <li>d. использовать УРД большой тяги</li> <li>e. использовать УРД малой тяги</li> </ul>                             | ПК-3.3.1<br>ПК-3.У.1 |
| 9  | <p>В чем состоит основное достоинство методов сближения по свободным траекториям?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. высокая точность</li> <li><b>b. высокая экономичность</b></li> <li>c. простота технической реализации</li> <li>d. высокая надежность решения задачи сближения</li> <li>e. не требуется знание параметров орбиты КА-цели</li> </ul>                                                                                                              | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 10 | <p>Методы сближения по линии визирования по сравнению с методами</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-3.3.1             |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|    | сближения по свободным траекториям:<br><b>a. обеспечивают более высокую точность сближения</b><br><b>b. требуют больших расходов топлива</b><br><b>c. проще в технической реализации</b><br>d. требуют дополнительных источников информации<br><b>e. не требуют знания параметров орбиты КА-цели</b>                                                                                                                   | ПК-9.У.1             |
| 11 | Как определяется момент входа СА в атмосферу?<br>a. с помощью временного механизма<br>b. по достижению заданной высоты<br><b>c. с помощью акселерометра, ориентированного по продольной оси СА</b><br>d. по величине пути, пройденного СА от момента отделения<br><b>e. по величине продольной перегрузки</b>                                                                                                          | ПК-3.3.2<br>ПК-3.В.1 |
| 12 | В чем состоят функции СУ снижением на внеатмосферном участке спуска?<br><b>a. выполнение программных поворотов и стабилизация углового движения СА</b><br>b. стабилизация центра масс СА на программной траектории снижения<br>c. устранение последствий ошибок в выдаче тормозного импульса<br>d. минимизация отклонений точки входа в атмосферу от расчетной<br>e. обеспечение ориентированного входа СА в атмосферу | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |
| 13 | Как создается управляющая сила на атмосферном участке снижения КА?<br>a. использованием тяги реактивного двигателя<br><b>b. определенной «центровкой» СА</b><br>c. управлением величиной угла атаки<br>d. использованием аэродинамических управляющих органов<br><b>e. поворотами СА по углу крена</b>                                                                                                                 | ПК-3.3.2<br>ПК-9.У.1 |
| 14 | Что является аргументом программы управления по продольной перегрузке в СУСн КА?<br>a. время<br><b>b. путевая скорость</b><br>c. вертикальная скорость снижения<br><b>d. интеграл от продольной перегрузки</b><br>e. пройденный путь                                                                                                                                                                                   | ПК-3.3.2<br>ПК-9.В.1 |
| 15 | Поправки к программному углу крена вычисляются в зависимости от:<br><b>a. рассогласования продольной перегрузки</b><br><b>b. скорости изменения рассогласования продольной перегрузки</b><br>c. рассогласования угла атаки и его производной<br>d. измеренного угла атаки<br>e. высоты полета и вертикальной скорости спуска                                                                                           | ПК-3.3.1<br>ПК-9.У.1 |

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

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.

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:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- описание методов и алгоритмов, применяемых для решения технических задач моделирования систем управления и навигации ЛА;
- демонстрация примеров решения задач;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

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 обучающимися 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.

#### Требования к проведению практических занятий

При проведении практических занятий преподаватель должен придерживаться следующего плана:

- изложить суть практического занятия и методику его выполнения;
- выдать индивидуальное задание каждому студенту группы;
- контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;
- проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по 100 бальной шкале рейтинга;
- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

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

Задание включает перечень параметров (исходных данных) необходимых для проектирования системы управления ЛА и выдаваемых каждому студенту группы для самостоятельного выполнения.

Выполнение лабораторной работы осуществляется в четыре этапа:

- получение общих выражений, определяющих структуру системы управления;
- численный расчет параметров системы управления;
- составление структурной схемы моделирования системы управления;
- проведение моделирования и документирование результатов.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен включать цель работы, основные теоретические положения, исходные данные, представленные преподавателем, результаты расчетов (схемы, графики, цифровые результаты), выводы по работе.



#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 - 2001 представленными на сайте [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml). Титульный лист лабораторной работы должен быть оформлен в соответствии с требованиями, представленными на сайте [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml)

#### 11.4. 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).

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

В течение семестры студенты

- защищают лабораторные работы и результаты выполнения практических занятий;
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты.

#### 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».

По результатам экзамена и дифференцированного зачета студенту выставляется аттестационная оценка «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.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |