

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«16» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитические системы для управления объектами энергетики»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

16.02.2026  
(подпись, дата)

М.С. Брунов  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«16» февраля 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

16.02.2026  
(подпись, дата)

В.Ф. Шишлаков  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

16.02.2026  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Аналитические системы для управления объектами энергетики» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «способен применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности»

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с управлением сложными техническими объектами, в том числе нелинейными.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (6 семестр).

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 дисциплины является изучение студентами основ теории автоматического управления, а также получение практических навыков, необходимых при создании, исследовании и эксплуатации систем и средств автоматики управления.

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-1 способен применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности	ПК-1.Д.2 решает профессиональные задачи предиктивного и аналитического типа с применением технологий искусственного интеллекта и больших данных в области электроэнергетики
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.1 анализирует зависимости между параметрами и характеристиками компонентов электроэнергетической системы ПК-5.Д.2 анализирует характер протекания переходных процессов и устойчивость режимов электроэнергетической системы ПК-5.Д.5 осуществляет оценку текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– «Теория автоматического управления».

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

– «Электрические станции и подстанции».

## 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,</b>	3/ 108	3/ 108

ЗЕ/ (час)		
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	30	30
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

#### 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)
<b>Семестр 6</b>					
Раздел 1. Введение	4				2
Раздел 2. Описание линейных систем в пространстве состояний	5	7			4
Раздел 3. Анализ линейных систем в пространстве состояний	7	7			7
Раздел 4. Синтез линейных систем в пространстве состояний	7				6
Раздел 5. Нелинейные системы управления	6	3			6
Раздел 6. Случайные процессы в системах управления.	5				5
Итого в семестре:	34	17			30
Итого	34	17	0	0	30

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	Введение. Классификация систем управления. Линейные системы. Передаточные функции. Временные и частотные характеристики. Устойчивость и качество линейных систем. Методы синтеза линейных регуляторов.

2	Описание систем в пространстве состояний. Переход от передаточной функции в пространство состояний. Переход из пространства состояний к передаточной функции. Канонические формы. Каноническая форма управляемости. Каноническая форма Наблюдаемости. Диагональная каноническая форма.
3	Анализ систем в пространстве состояний. Собственные значения и собственные векторы. Устойчивость систем в пространстве состояний. Управляемость. Критерий управляемости. Наблюдаемость. Критерий наблюдаемости. Корневые критерии качества в пространстве состояний.
4	Синтез систем в пространстве состояний. Расположение собственных чисел на комплексной плоскости. Форма Ньютона и форма Баттерворта. Регулятор состояния. Модальное управление. Формула Аккермана. Наблюдающее устройство. Синтез наблюдателя полного порядка. Линейно-квадратичный регулятор.
5	Нелинейные системы управления. Отличие нелинейных систем от линейных. Статические нелинейные элементы. Динамические нелинейные элементы. Метод фазовой плоскости. Фазовое пространство и фазовые траектории. Особые точки на фазовой плоскости. Предельные циклы, бифуркации и хаос. Метод гармонической линеаризации. Автоколебания в нелинейной системе. Гармоническая линеаризация.
6	Случайные процессы в системах управления. Понятие случайного процесса. Стационарные и эргодические случайные процессы. Корреляционная функция и ее свойства. Спектральная плотность и ее свойства. Белый шум. Оценка корреляционной функции и спектральной плотности. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Метод формирующих фильтров.

#### 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	Исследование систем в пространстве состояний	Решение задач, компьютерное моделирование	3	3	2
2	Канонические формы	Решение задач, компьютерное моделирование	4	4	2
3	Синтез модального регулятора	Решение задач, компьютерное моделирование	4	4	4
4	Синтез наблюдателя полного порядка	Решение задач, компьютерное моделирование	3	3	4

5	Особые точки на фазовой плоскости	Решение задач, компьютерное моделирование	3	3	5
Всего			17	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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ 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)	15	15
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	8	8
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
Всего:	30	30

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

#### 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
--------------------	--------------------------	------------------------

		ов в библиотек е (кроме электронн ых экземпляр ов)
<a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108">https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108</a> <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Теория автоматического управления: учебное пособие. Ч.2 / М.В. Бураков ; С.-Петербур. гос. ун-т аэрокосм. Приборостроения. – электрон. текстовые дан. – СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 143 с.	
<a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108">https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108</a> <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие. Ч.3 / М.В. Бураков ; С.- Петербур. гос. ун-т аэрокосм. Приборостроения. – электрон. текстовые дан. – СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 178 с.	
<a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108">https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108</a> <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Задачи и методы статистического оценивания: учеб. пособие / Е. А. Бакин, М. Н. Шелест; С.- Петербур. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон.	



	текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. – 61 с.	
--	---	--

#### 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="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Материалы для выполнения лабораторных, практических и курсовых работ, варианты для их выполнения, а также электронный лекционный материал по дисциплине размещаются внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» в течение учебного семестра
<a href="https://lms.guap.ru">https://lms.guap.ru</a>	Тестирования для проведения контрольных работ, а также для проведения промежуточной аттестации размещаются в системе дистанционного обучения ГУАП в течение учебного семестра

#### 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
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	MathWorks MATLAB (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
4	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)

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
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru">https://lib.guap.ru</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП

## 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: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по точке доступа Wi-Fi.	
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; панель интерактивная/телевизор; Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 13 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети.	21-12, 21-13 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
3	Специализированная лаборатория «Теория автоматического управления»: – стенды лабораторные – 4 шт.	21-05 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
4	Помещение для самостоятельной работы, Интернет-класс. Специализированная мебель, возможность подключения к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации. 10 ПК, Принтер лазерный HP LJ P4515n, Принтер HP LaserJet Enterprise 600 M602dn.	12-16 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

## 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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий.

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	Модели в пространстве состояний.	ПК-5.Д.1

2	Переход от передаточной функции в пространство состояний.	ПК-5.Д.2
3	Переход из пространства состояний к передаточной функции.	ПК-5.Д.5
4	Структурные преобразования в пространстве состояний. Последовательное соединение.	ПК-5.Д.2
5	Структурные преобразования в пространстве состояний. Параллельное соединение.	ПК-5.Д.2
6	Структурные преобразования в пространстве состояний. Обратная связь.	ПК-5.Д.2
7	Устойчивость линейной системы в пространстве состояний. Собственные значения.	ПК-5.Д.2
8	Управляемость и наблюдаемость линейной системы.	ПК-5.Д.2
9	Управляемость. Критерий управляемости линейной системы.	ПК-5.Д.1
10	Наблюдаемость. Критерий наблюдаемости линейной системы.	ПК-1.Д.2
11	Канонические формы. Управляемая форма каноническая форма.	ПК-5.Д.1
12	Канонические формы. Наблюдаемая каноническая форма.	ПК-1.Д.2
13	Канонические формы. Диагональная каноническая форма.	ПК-1.Д.2
14	Получение канонической управляемой формы.	ПК-5.Д.1
15	Модальное управление. Уравнения системы с регулятором.	ПК-5.Д.2
16	Модальное управление. Схема системы с регулятором.	ПК-5.Д.5
17	Модальный синтез. Выбор полюсов желаемой системы.	ПК-5.Д.2
18	Модальный синтез. Использование формы Ньютона.	ПК-5.Д.2
19	Модальный синтез. Использование формы Баттерворта.	ПК-5.Д.2
20	Модальный синтез. Формула Аккермана.	ПК-5.Д.2
21	Устранение статической ошибки. Масштабирующий коэффициент.	ПК-5.Д.2
22	Устранение статической ошибки. Применение интеграторов.	ПК-5.Д.2
23	Наблюдающие устройства. Наблюдатель полного порядка.	ПК-5.Д.2
24	Схема замкнутой системы с наблюдателем полного порядка.	ПК-5.Д.2
25	Выбор полюсов замкнутой системы наблюдателем полного порядка.	ПК-5.Д.2
26	Синтез линейно-квадратичного регулятора.	ПК-5.Д.2
27	Статические нелинейные элементы	ПК-5.Д.2
28	Динамические нелинейные элементы	ПК-5.Д.2
29	Метод фазовой плоскости	ПК-5.Д.2
30	Особые точки на фазовой плоскости	ПК-5.Д.1
31	Предельные циклы, бифуркации и хаос	ПК-5.Д.5
32	Метод гармонической линеаризации	ПК-5.Д.1
33	Автоколебания в нелинейной системе.	ПК-5.Д.1
34	Понятие случайного процесса	ПК-5.Д.1
35	Стационарные и эргодические случайные процессы	ПК-5.Д.1
36	Числовые характеристики случайных процессов	ПК-5.Д.2
37	Корреляционная функция и ее свойства	ПК-5.Д.2
38	Спектральная плотность и ее свойства	ПК-5.Д.1
39	Белый шум	ПК-5.Д.2
40	Прохождение случайного сигнала через линейную систему	ПК-5.Д.5
41	Метод формирующих фильтров	ПК-5.Д.2
42	Оптимальная фильтрация	ПК-5.Д.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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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	Распределите по группам, матрицы, участвующие а) в описании состояния системы, б) в описании выхода системы для следующей линейной стационарной системы: $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ Ответ: а) A, B; б) C, D	ПК-1
2	Какая матрица называется матрицей входа для линейной стационарной системы, уравнения которой имеют следующий общий вид: $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ 1) A 2) C 3) D 4) B	
3	Какая матрица называется матрицей выхода для линейной стационарной системы, уравнения которой имеют следующий общий вид: $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ 1) A 2) C 3) D 4) B	
4	Какая матрица называется матрицей коэффициентов объекта для линейной стационарной системы, уравнения которой имеют следующий общий вид: $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ 1) A 2) C 3) D	

	4) B	
5	<p>Какая матрица описывает непосредственное влияние входа на выход системы для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид:</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ <p>1) A 2) C 3) D 4) B</p>	
6	<p>Какая матрица должна быть квадратной для линейной стационарной системы, уравнения которой имеют следующий общий вид:</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ <p>1) A 2) C 3) D 4) B</p>	
7	<p>Какая матрица определяет устойчивость линейной стационарной системы, уравнения которой имеют следующий общий вид:</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ <p>1) A 2) C 3) D 4) B</p>	ПК-1
8	<p>Матрица управляемости линейной стационарной системы порядка n, уравнения которой имеют следующий общий вид:</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ <p>может быть найдена по формуле:</p> <p>1) <math>W_c = [B; AB; A^2B; \dots A^{n-1}B]</math>  2) <math>W_c = [C; CA; CA^2; \dots CA^{n-1}]</math>  3) <math>W_c = [C; AC; A^2C; \dots A^{n-1}C]</math>  4) <math>W_c = [B; BA; BA^2; \dots BA^{n-1}]</math></p>	
9	<p>Матрица наблюдаемости линейной стационарной системы, уравнения которой имеют следующий общий вид:</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ <p>может быть найдена по формуле:</p> <p>1) <math>W_o = [B; AB; A^2B; \dots A^{n-1}B]</math>  2) <math>W_o = [C; CA; CA^2; \dots CA^{n-1}]</math>  3) <math>W_o = [C; AC; A^2C; \dots A^{n-1}C]</math>  4) <math>W_o = [B; BA; BA^2; \dots BA^{n-1}]</math></p>	

10	<p>Как выглядит критерий управляемости для линейной стационарной системы, которая описывается уравнениями:</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ <p>1) <math>\text{rank}[B; AB; A^2B; \dots A^{n-1}B] = n.</math>  2) <math>\text{rank}[B; BA; BA^2; \dots BA^{n-1}] = n.</math>  3) <math>\text{rank}[C; AC; A^2C; \dots A^{n-1}C] = n.</math>  4) <math>\text{rank}[C; CA; CA^2; \dots CA^{n-1}] = n.</math></p>	ПК-5
11	<p>Как выглядит критерий наблюдаемости для линейной стационарной системы, которая описывается уравнениями:</p> $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ <p>1) <math>\text{rank}[B; AB; A^2B; \dots A^{n-1}B] = n.</math>  2) <math>\text{rank}[B; BA; BA^2; \dots BA^{n-1}] = n.</math>  3) <math>\text{rank}[C; AC; A^2C; \dots A^{n-1}C] = n.</math>  4) <math>\text{rank}[C; CA; CA^2; \dots CA^{n-1}] = n.</math></p>	
12	<p>Односвязными называют системы:</p> <p>1) С одним входом и одним выходом  2) С одним входом  3) С одним выходом  4) Квадратные</p>	
13	<p>Критерий управляемости для односвязной (скалярной) линейной стационарной системы может быть описан следующим условием:</p> <p>1) Определитель матрицы управляемости не равен нулю  2) Матрица управляемости невырожденная  3) Матрица управляемости треугольная  4) Матрица управляемости квадратная</p>	
14	<p>Критерий наблюдаемости для односвязной (скалярной) линейной стационарной системы может быть описан следующим условием:</p> <p>1) Определитель матрицы наблюдаемости не равен нулю  2) Матрица наблюдаемости положительно определена  3) Матрица наблюдаемости невырожденная  4) Определитель матрицы наблюдаемости равен нулю</p>	
15	<p>Матрица входа односвязной (скалярной) линейной стационарной системы представляет собой:</p> <p>1) Столбец  2) Строка  3) Квадратную матрицу  4) Нулевую матрицу</p>	
16	<p>Матрица выхода односвязной (скалярной) линейной стационарной системы представляет собой:</p> <p>1) Строку  2) Столбец  3) Число  4) Треугольную матрицу</p>	
17	<p>Укажите последовательность действий при исследовании управляемости односвязной линейной стационарной дискретной</p>	

	<p>системы управления, заданной в пространстве состояний</p> <p>1)Вычисление матрицы управляемости</p> <p>2)Вычисление определителя матрицы управляемости</p> <p>3)Заключение о вырожденности или невырожденности матрицы управляемости</p> <p>4)Применение критерия Калмана</p> <p>Ответ: 1, 2, 3, 4</p>	
18	<p>Укажите последовательность действий при исследовании наблюдаемости односвязной линейной стационарной дискретной системы управления, заданной в пространстве состояний</p> <p>1)Вычисление матрицы наблюдаемости</p> <p>2)Вычисление определителя матрицы управляемости</p> <p>3)Заключение о вырожденности или невырожденности матрицы наблюдаемости</p> <p>4)Применение критерия Калмана</p> <p>Ответ: 1, 2, 3, 4</p>	
19	<p>Наблюдатель состояния в контуре замкнутой системы управления обычно используется для:</p> <p>1) Обеспечения регулятора информационными потоками</p> <p>2)Увеличения скорости процессов</p> <p>3)Для уменьшения скорости процессов</p> <p>4)Для повышения устойчивости</p>	
20	<p>Какова должна быть скорость наблюдателя на практике:</p> <p>1)Меньше скорости регулятора</p> <p>2)Равной скорости регулятора</p> <p>3)Больше скорости регулятора</p>	
21	<p>Описание линейной непрерывной стационарной системы управления в пространстве состояний осуществляется с помощью системы:</p> <p>1)Дифференциальных уравнений</p> <p>2)Алгебраических уравнений</p> <p>3)Интегральных уравнений</p> <p>4)Разностных уравнений</p>	
22	<p>Распределите по группам методы и подходы, характерные для а) линейных и б) нелинейных систем:</p> <p>1)Применение принципа суперпозиции</p> <p>2)Частотный анализ</p> <p>3)Метод гармонической линеаризации</p> <p>4)Метод гармонического баланса</p> <p>Ответ: а) 1, 2; б) 3, 4</p>	ПК-5
23	<p>Выберите определение особой точки "седло" (семестр 7)</p> <p>1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы).</p> <p>2) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия.</p> <p>3) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории.</p> <p>4) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий.</p>	
24	<p>Выберите определение особой точки "узел"</p> <p>1) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий.</p>	



	<p>2) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы).</p> <p>3) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории</p> <p>4) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия.</p>	ПК-5
25	<p>Выберите определение особой точки "фокус (спираль)"</p> <p>1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы).</p> <p>2) Особая точка, соответствующая неустойчивому с равновесия.</p> <p>3) Особая точка, которая является асимптотической фазовых траекторий.</p> <p>4) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории.</p>	
26	<p>Выберите определение особой точки "центр"</p> <p>1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы).</p> <p>2) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий.</p> <p>3) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия.</p> <p>4) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории.</p>	
27	<p>Следующие нелинейности являются статическими (их выход не зависит от знака производной входного сигнала):</p> <p>1) Нелинейность типа «люфт»</p> <p>2) Нелинейность типа «реле с гистерезисом»</p> <p>3) Нелинейность типа «насыщение»</p> <p>4) Нелинейность типа «мертвая зона»</p>	
28	<p>Следующие нелинейности являются динамическими (их выход зависит от знака производной входного сигнала):</p> <p>1) Нелинейность типа «люфт»</p> <p>2) Нелинейность типа «реле с гистерезисом»</p> <p>3) Нелинейность типа «насыщение»</p> <p>4) Нелинейность типа «мертвая зона»</p>	
29	<p>Следующие нелинейности являются однозначными (одному значению входного сигнала не могут соответствовать несколько значений выходного сигнала):</p> <p>1) Нелинейность типа «люфт»</p> <p>2) Нелинейность типа «реле с гистерезисом»</p> <p>3) Нелинейность типа «насыщение»</p> <p>4) Нелинейность типа «мертвая зона»</p>	
30	<p>Следующие нелинейности не являются однозначными (одному значению входного сигнала может соответствовать несколько значений выходного сигнала):</p> <p>1) Нелинейность типа «люфт»</p> <p>2) Нелинейность типа «реле с гистерезисом»</p> <p>3) Нелинейность типа «насыщение»</p> <p>4) Нелинейность типа «мертвая зона»</p>	

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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:

- Современные системы управления;
- особенности описания;
- методы анализа;
- методы синтеза.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах  
Не предусмотрено

11.3. 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

Методические указания и требования к проведению практических занятий приведены в следующем источнике:

1. Теория автоматического управления : практикум ч. 2 / М.В. Бураков ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. Приборостроения. – электрон. текстовые дан. – СПб. : Изд-во

ГУАП, 2017. - 67 с. URL:

[https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108](https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108)

*Режим доступа: для авторизованных пользователей.*

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/c/regdocs/docs/nir>

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Не предусмотрено

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено

11.6. 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 выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11

11.7. 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.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится путем мониторинга результатов выполнения лабораторных работ, контрольными вопросами на защите лабораторных работ, путем проведения обратной связи во время проведения лекций.

Своевременная сдача отчетов по лабораторным работам и положительный результат на их защите может учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.8. 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». Промежуточная аттестация проводится по ФОС, приведенному в п. 10.3 данной рабочей программы

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