

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишлаков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нелинейные и адаптивные системы управления»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление в технических системах
Наименование направленности	Управление в технических системах
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст.преп.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Е.Ю. Ватаева

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«22» июня 2023 г, протокол № 6\_

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

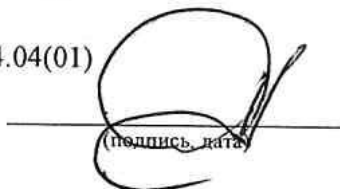
В.Ф. Шишлаков

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.04.04(01)

Ст.преп.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

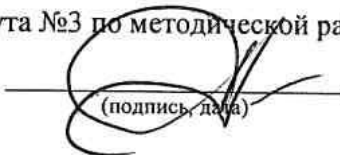
Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст.преп.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Нелинейные и адаптивные системы управления» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 27.04.04 «Управление в технических системах» направленности «Управление в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач»

ПК-2 «Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки»

ПК-4 «Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ и прикладных алгоритмов разработки и исследования систем нелинейных систем автоматического управления, в том числе:

– основные положения теории управления, современные тенденции в развитии и применении систем автоматического управления;

– применение теоретических знаний к решению конкретных инженерных задач проектирования нелинейных систем автоматического управления;

– использование современных пакетов математического моделирования для решения задач анализа и синтеза нелинейных систем автоматического управления.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 25 зачетных единиц, 900 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 нелинейных систем автоматического управления, а также получение практических навыков, необходимых при создании, исследовании и эксплуатации систем и средств автоматизации и управления. Данная дисциплина базируется на теории автоматического управления, однако более детально изучаются нелинейные, адаптивные и импульсные системы САУ. Поскольку в современном технологическом мире все системы являются нелинейными, следовательно дисциплина имеет важное прикладное значение.

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 Способность формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач	ПК-1.3.1 знает основные подходы для решения задачи синтеза систем автоматического управления
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	ПК-2.3.1 знает порядок составления адекватной математической модели исследуемого объекта ПК-2.У.1 умеет применять основные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки ПК-2.В.1 владеет навыками проверки адекватности математической модели исследуемому объекту
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и	ПК-4.3.1 знает принципы проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования в рамках профессиональной деятельности ПК-4.В.1 владеет навыками компьютерного

	компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	моделирования исследуемых объектов
--	-------------------------------------------------------------------------	------------------------------------

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математически анализ»,
- «Теория автоматического управления»

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

- «Современные проблемы теории управления»,
- «Методы оптимизации сложных систем»,
- «Локальные системы управления».

## 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		
		№1	№2	№3
1	2	3	4	5
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	25/ 900	8/ 288	10/ 360	7/ 252
<b>Из них часов практической подготовки</b>	153	51	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	204	68	68	68
в том числе:				
лекции (Л), (час)	51	17	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	51	17	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	102	34	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)				
экзамен, (час)	180	63	63	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	516	157	229	130
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз., Экз.	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)
Раздел 1. Общие сведения и нелинейных системах	3	3	4	-	10

и методы их описания					
Раздел 2. Исследование нелинейных систем методом фазовой плоскости	3	3	6	-	10
Раздел 3. Метод гармонической линеаризации нелинейных звеньев	3	3	8	-	40
Раздел 4. Метод функций Ляпунова	4	4	8	-	40
Раздел 5. Случайные процессы в нелинейных системах	4	4	8	-	57
Итого в семестре:	17	17	34	-	157
Семестр 2					
Раздел 6. Системы прямой адаптации	3	3	4	-	20
Раздел 7. Адаптивные системы с моделью	3	3	6	-	30
Раздел 8. Самоорганизующиеся системы управления	3	3	8	-	60
Раздел 9. Адаптивные системы с идентификацией	4	4	8	-	50
Раздел 10. Экстремальные системы управления	4	4	8	-	69
Итого в семестре:	17	17	34	-	229
Семестр 3					
Раздел 11. Понятие об импульсных системах.	2	2	4	-	10
Раздел 12. Эквивалентная схема импульсной системы	4	4	4	-	20
Раздел 13. Математический аппарат исследования нелинейных импульсных систем	4	4	10	-	26
Раздел 14. Передаточные функции и уравнения импульсных систем	3	3	8	-	20
Раздел 15. Анализ устойчивости и качества импульсных систем	4	4	8	-	54
Итого в семестре:	17	17	34	-	130
Итого	51	51	102	0	516

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
<b>1</b>	Общие понятия о нелинейных звеньях в составе САУ.
<b>2</b>	Нелинейные статические характеристики и их особенности. Фазовые портреты и типы особых точек. Метод фазовой плоскости анализа и синтеза систем.
<b>3</b>	Гармоническая линеаризация. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации при симметричных колебаниях. Исследование симметричных автоколебаний. Нессимметричные колебания. Вынужденные колебания и вибрационная линеаризация.

<b>4</b>	Знакопостоянные и знакоопределенные функции. Устойчивость неавтономных систем. Устойчивость автономных систем. Устойчивость при постоянно действующих возмущениях. Исследование нелинейных систем по линейному приближению.
<b>5</b>	Основные характеристики случайного процесса. Особенности расчета случайного процесса в нелинейной системе. Определение коэффициентов статической линеаризации.
<b>6</b>	Понятие адаптации. Типы адаптивных систем управления. Прямая адаптация на основе оптимального управления. Адаптация с частотным контуром адаптации. Прямое адаптивное управление дискретными объектами.
<b>7</b>	Адаптивное управление с моделью. Адаптивная система с управлением по состоянию. Адаптация с использованием чистых производных.
<b>8</b>	Марковская модель объекта управления. Рекуррентный наблюдатель производных. Адаптивная система на основе самоорганизующегося оптимального регулятора с экстраполяцией.
<b>9</b>	Синтез адаптивной системы с идентификацией
<b>10</b>	Особенности экстремальных систем. Методы определения экстремума. Виды экстремальных систем.
<b>11</b>	Определение импульсной системы. Типы импульсных систем, виды импульсной модуляции. Классификация импульсных элементов по виду модуляции. Параметры импульсного элемента модуляции. Понятие об импульсных системах с мгновенным и конечным временем съема данных.
<b>12</b>	Представление импульсного элемента в виде соединения простейшего импульсного элемента и формирующего элемента. Передаточная функция формирующего элемента. Приведенная непрерывная часть системы.
<b>13</b>	Понятие о решетчатых функциях. Понятие о разностях решетчатых функций и разностных уравнениях. Дискретное преобразование Лапласа. Связь между дискретными и непрерывными преобразованиями Лапласа (Фурье). Частотное представление решетчатой функции. z-преобразование.
<b>14</b>	Уравнение разомкнутой импульсной системы относительно оригиналов. Уравнение разомкнутой системы относительно изображений. Дискретная передаточная функция разомкнутой импульсной системы. Дискретная передаточная функция последовательно и параллельно соединенных цепей направленного действия. Уравнение замкнутой импульсной системы относительно оригиналов. Уравнение замкнутой

	импульсной системы относительно изображений. Передаточные функции замкнутой импульсной системы.
<b>15</b>	Условие устойчивости замкнутой импульсной системы. Критерии устойчивости импульсных САУ. Построение переходных процессов в замкнутой импульсной системе. Косвенные методы оценки качества импульсных систем. Определение экстраполяции. Закон экстраполяции. Типы экстраполяторов в зависимости от закона экстраполяции.

#### 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 1					
1	Составление результирующих характеристик НЭ	Решение задач	2	5	1
2	Метод фазовой плоскости	Решение задач	2	5	2
3	Гармоническая линеаризация	Решение задач	3	5	3
4	Устойчивость нелинейных систем (Критерий Попова, Метод Ляпунова)	Решение задач	3	5	4
5	Исследование автоколебаний	Решение задач	3	5	3,4
6	Косвенные показатели качества	Решение задач	2	5	4,5
7	Вибрационная линеаризация	Решение задач	3	5	1,3
Семестр 2					
8	Определение устойчивости системы	Решение задач	3	8	6,7
9	Составление уравнения эталонной модели	Решение задач	4	8	6,8
10	Определение законов управления и алгоритм изменения коэффициентов регулятора при разных моделях	Решение задач	10	8	9,10



	объекта управления				
Семестр 3					
11	Синтез нелинейных САУ с широтно-импульсной модуляцией	Решение задач	8	13	11,12
12	Синтез нелинейных САУ с частотно-импульсной модуляцией	Решение задач	8	14	13,14,15
Всего			51		

#### 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 1				
	Исследование статических нелинейностей и методов их компенсации	8	4	1,2
	Исследование динамических нелинейностей	8	4	1,3
	Метод фазовой плоскости	9	4	4,5
	Исследование автоколебаний	9	4	4,5
Семестр 2				
	Одноканальная система с градиентным методом адаптации	8	6	6,7
	Система с пропорционально – интегральным алгоритмом изменения коэффициентов регулятора синтезированные методом скоростного градиента	8	6	8
	Адаптивная система с эталонной моделью	9	5	9
	Система экстремального регулирования	9	10	10
Семестр 3				
	Моделирование синтеза нелинейных САУ с широтно- импульсной модуляцией	17	12	11,12
	Моделирование синтеза нелинейных САУ с частотно- импульсной модуляцией	17	12	13,14,15
Всего		102		

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 1, час	Семестр 2, час	Семестр 3, час
1	2	3	4	5
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	157	141	209	110
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	229	10	12	12
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	234	6	8	8
Всего:	516	157	229	130

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
681.5 Б53	Бесекерский, Виктор Антонович (проф., лауреат Гос. премии). Теория систем автоматического управления [Текст] / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2007. - 752 с.	163
	Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие. Ч.3 / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 178 с.	

<a href="https://znanium.com/catalog/document?pid=54843">https://znanium.com/catalog/document?pid=54843</a> 3	Панкратов, В. В. Избранные разделы современной теории автоматического управления/Панкратов В.В., Нос О.В., Зима Е.А. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 223 с.: ISBN 978-5-7782-1810-9. - Текст : электронный.	
<a href="https://znanium.com/catalog/product/1663516">https://znanium.com/catalog/product/1663516</a>	Решетникова, Г. Н. Адаптивные системы : учебное пособие / Г. Н. Решетникова. - Томск : Издательство Томского государственного университета, 2016. - 112 с. - Текст : электронный.	
<a href="https://znanium.com/catalog/product/550540">https://znanium.com/catalog/product/550540</a>	Рубан, А. И. Адаптивные системы управления с идентификацией/Рубан А.И. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 140 с.: ISBN 978-5-7638-3194-8. - Текст : электронный.	

#### 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

#### 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
	Matlab

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.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Какие системы автоматического управления называются нелинейными	ПК-1.3.1
2	Суть метода результирующих характеристик нелинейных звеньев	ПК-2.3.1
3	Основанная идея метода фазовой плоскости. Дать определение понятиям – фазовые координаты, фазовая плоскость, фазовое пространство, фазовые траектории, фазовый портрет	ПК-2.У.1
4	Методы построения фазовых портретов. Особенности фазовых портретов.	ПК-2.В.1
5	Метод изоклин для построения фазовых портретов.	ПК-4.3.1
6	Метод гармонической линеаризации нелинейных элементов. Основные понятия.	ПК-4.В.1
7	Расчеты коэффициентов гармонической линеаризации нелинейных элементов.	
8	Графоаналитические методы исследования автоколебаний в нелинейных элементах.	
9	Основные принципы метода Гольдфобра	
10	Критерий Попова. Основные понятия.	
11	Метод Ляпунова. Основные понятия.	
12	Вибрационная линеаризация. Основные понятия.	
13	Отличие гармонической линеаризации от вибрационной.	
14	В чем заключается адаптация системы управления.	
15	Какая система называется адаптивной. Как оценить качество адаптивной системы.	
16	Система прямого адаптивного управления. Основные понятия.	
17	Значение модели в системах адаптивного управления.	
18	Отличие регуляторов систем прямой адаптации от	

	регуляторов систем адаптивного управления с моделью.	
19	Определение коэффициентов настройки адаптивных регуляторов с моделью.	
20	Самоорганизующиеся системы. Основные понятия.	
21	Виртуальная модель объекта. Суть и применение.	
22	Почему виртуальная модель объекта управления имеет несколько систем уравнений различных порядков.	
23	Определение импульсной системы. Виды импульсной модуляции.	
24	Дискретное преобразование Лапласа.	
25	Z – преобразование	
26	Критерии устойчивости импульсных САУ	
27	Косвенные методы оценки качества импульсных САУ	
28	Экстраполяция. Типы экстраполяторов.	
29	Решетчатые функции.	
30	Типы импульсных систем.	

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
	Не предусмотрено	

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	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:

- комментарии к предыдущей лекции и ответы на возникшие вопросы;
- изложение нового материала по рассматриваемой теме;
- демонстрация примеров практического применения рассмотренного материала;
- ответы на вопросы, возникшие в процессе лекции.

Для развития у студентов навыков самостоятельного овладения теоретическим материалом ряд тем дисциплины на лекционных занятиях может даваться обзорно, что предполагает их самостоятельное детальное изучение.

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

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

Проведение лабораторных работ регламентируется правилами охраны труда и техники безопасности, утвержденными ректором ГУАП. Задание на выполнение лабораторных работ определяется преподавателем в соответствии с настоящей программой дисциплины «Нелинейные и адаптивные системы управления» и учебным планом направления 27.04.04 (методические указания приведены в электронных ресурсах кафедры).

#### 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

Проведение лабораторных работ регламентируется правилами охраны труда и техники безопасности, утвержденными ректором ГУАП. Задание на выполнение лабораторных работ определяется преподавателем в соответствии с настоящей программой дисциплины «Нелинейные и адаптивные системы управления» и учебным планом направления 27.04.04 (методические указания приведены в электронных ресурсах кафедры)

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные разделы:

- титульный лист;
- цель выполнения лабораторной работы;
- краткое изложение сути проводимых экспериментов;
- результаты экспериментов в виде таблиц, лог-файлов, скриншотов, графиков;
- выводы по лабораторной работе.

Допускается оформление общего отчета по лабораторному курсу под единым титульным листом, при этом каждая отдельная работа оформляется отдельным разделом.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета по лабораторной работе должно соответствовать требованиям оформления текстовых документов ГОСТ 7.32-2017 и нормативным документам ГУАП (<https://guap.ru/standart>).



#### 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.

#### 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.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится путем мониторинга результатов выполнения лабораторных работ, контрольным вопросам на защите лабораторных работ. Так же возможно проведение текущего контроля в форме устного или письменного контрольного опроса в течение лекционных занятий.

Результаты текущего контроля могут быть приняты во внимание при проведении промежуточной аттестации..

#### 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».

Промежуточная аттестация проводится на основе фонда оценочных средств, приведенного в п.10.3 данной рабочей программы дисциплины.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования».

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