

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 22.08.2024 18:39:27
Уникальный программный ключ:
cf6865c76438e5984b0fd5e14e7154bfa10e201

Шифр ОПОП: 2019.26.05.07.03

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

Год начала подготовки (по учебному плану): 2020
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.О.20
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теория автоматического управления

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

профессор

(должность)

кафедры Электрооборудования и автоматики

(наименование кафедры)

В.Ю. Гросс

(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом

Института «Морская академия»

(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

число

месяц

год

Председатель совета

К.С. Мочалин

(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры

Электрооборудования и автоматики

(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

число

месяц

год

Заведующий кафедрой

Б.В. Палагушкин

(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель

рабочей группы по разработке ОПОП по специальности 26.05.07

(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

«Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Д.Т.Н.

(ученая степень)

профессор

(ученое звание)

Б.В. Палагушкин

(И.О.Фамилия)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цели дисциплины

Целью дисциплины является обеспечение базового уровня знаний по основам теории автоматического управления специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

В рамках дисциплины осваивается умение разработки систем автоматического управления, прививаются навыки определения параметров элементов, обеспечивающих заданные статические и динамические свойства замкнутых систем автоматического управления.

1.2 Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модулю), как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

1.2.1 Универсальные компетенции (УК):

Дисциплина не формирует универсальные компетенции.

1.2.2 Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
ОПК-2	<i>Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности</i>	I	Знать: Принципы построения, функционирования и тенденции развития судовых систем автоматического управления; Методы анализа и синтеза линейных и нелинейных систем автоматического управления;
ОПК-4	<i>Способен адаптироваться к изменяющимся условиям судовой деятельности, устанавливая приоритеты для достижения цели с учетом ограничения времени</i>	II	Уметь: выбирать типы регуляторов, обеспечивающих заданные свойства судовых автоматизированных систем;

1.2.3 Профессиональные компетенции (ПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
ПК-11	Способен осуществлять наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами	I	Знать: влияние параметров и структуры системы автоматического управления на её статические и динамические свойства;
ПК-21	Способен сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты их достижения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозировать последствия, находить компромиссные решения	I - III	Знать: Правила составления и преобразования структурных схем для анализа свойств систем автоматического управления (САУ); Уметь: Определять на стадии проектирования статические и динамические свойств САУ и выбирать способы их коррекции; Владеть: Математическим аппаратом анализа и синтеза замкнутых систем автоматического регулирования; Навыками расчёта параметров элементов, обеспечивающих требуемые режимы функционирования САУ

1.2.4. Профессиональные компетенции специализации (ПКС):

Дисциплина не формирует профессиональные компетенции специализации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках базовой части программы специалитета.

3. Объём дисциплины (модуля) в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для очной формы обучения:
(очной, очно-заочной или заочной)

Формы контроля						Всего часов					ЗЕТ		Курс 3																				
						По ЗЕТ	По плану	в том числе					Семестр 5 [16 нед]						Семестр 6 [11 нед]														
Экзамен	Зачет	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	РГР			Контакт. раб.	СРС	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контроль	ЗЕТ	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контроль	ЗЕТ							
6		5	6			252	252	129	87	36	7	7	45	30		7	26		3	20	20		7	63	36	4							
в том числе тренажерная подготовка:																																	

Для заочной формы обучения:
(очной, очно-заочной или заочной)

Формы контроля						Всего часов					ЗЕТ		Курс																				
						По ЗЕТ	По плану	в том числе					Курс 4						Курс 5														
Экзамен	Зачет	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	РГР			Контакт. раб.	СРС	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контроль	ЗЕТ	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контроль	ЗЕТ							
4			4			252	252	42	192	18			18	18		6	192	18															
в том числе тренажерная подготовка:																																	

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоёмкость по видам учебных занятий (в академических часах):

Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Лекции		ПЗ		ЛР		СР	
	О	З	О	З	О	З	О	З
5 семестр (очное отделение)								
Раздел 1: «Теория линейных систем автоматического управления»								
Введение	4	1			4			6
Тема 1.1 Математическое описание систем	4	1					2	
Тема 1.2. Элементарные типовые звенья систем управления	10	3			8	6	6	40
Тема 1.3. Анализ линейных систем автоматического управления (САУ)	12	3			10	6	10	26
Тема 1.4 Синтез линейных САУ	15	2			8	2	8	20
6 семестр (очное отделение)								
Раздел 2: «Теория нелинейных систем автоматического управления»								
Тема 2.1. Точные методы исследования нелинейных систем	8	3			4	4	13	30
Тема 2.2. Приближённые методы исследования нелинейных систем	12	5			16		20	40
Выполнение и защита курсового проекта							30	30
ВСЕГО:	65	18			50	18	89	192

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины

ПЯТЫЙ СЕМЕСТР

Введение.

ТАУ – научная основа создания автоматических систем. Принципы построения и функционирования систем автоматического управления (САУ). Основные понятия ТАУ. Объект управления, устройство управления, переменные. Разомкнутые и замкнутые САУ. Классификация САУ. Краткая историческая справка.

Тема 1.1. Математическое описание систем

Статические режимы, статические характеристики. Линеаризация статических характеристик. Передаточный коэффициент звена как характеристика статического режима.

Динамические режимы САУ. Перерегулирование, колебательность, время переходного процесса, устойчивость. Дифференциальные уравнения САУ. Дифференциальные уравнения в преобразованиях Лапласа и в операторной форме. Понятие передаточной функции. Типовые воздействия.

Тема 1.2. Элементарные типовые звенья систем управления

Понятие звена САУ. Понятие структурной схемы. Классификация звеньев: пропорциональные, интегрирующие, дифференцирующие. Безынерционные и инерционные звенья. Передаточные функции типовых звеньев. Переходные характеристики звеньев. Вывод передаточных функций объекта управления.

Понятие частотных характеристик. Частотная передаточная функция. Амплитудные (АЧХ) и фазовые (ФЧХ) частотные характеристики. Амплитудно-фазовые частотные характеристики (АФЧХ). Логарифмическая форма частотных характеристик (ЛАХ и ЛФХ).

Частотные характеристики типовых звеньев.

Тема 1.3. Анализ линейных систем автоматического управления (САУ):

1) Преобразование структурных схем

Составление структурных схем. Соединение звеньев. Передаточная функция эквивалентного звена при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении. Правила переноса сумматоров и узлов. Передаточные функции замкнутых систем.

2) Расчёт системы автоматической стабилизации выходной координаты

Составление и преобразования структурных схем замкнутых систем. Передаточная функция замкнутой САУ по задающему и возмущающему воздействиям и по ошибке. Понятие статической ошибки. Статическая ошибка как критерий качества процесса управления. Способы уменьшения статической ошибки.

Статические свойства САУ с пропорциональным регулятором (статические САУ). Влияние передаточного коэффициента на величину статической ошибки системы. САУ с интегральным регулятором (астатические). Скоростная ошибка. Следящие системы. Ошибки слежения. Добротность.

Примеры систем автоматического регулирования.

3) Устойчивость линейных систем

Понятие устойчивости. Влияние корней характеристического уравнения на устойчивость. Критерии устойчивости: алгебраический, Михайлова, Найквиста. Запасы устойчивости. Определение устойчивости по коэффициентам характеристического уравнения САУ и по частотным характеристикам разомкнутой системы. Влияние параметров САУ на запасы устойчивости. Устойчивость САУ с чистым запаздыванием.

4) Анализ процессов линейных систем

АЧХ, ФЧХ и АФЧХ цепочки последовательно соединенных звеньев. Влияние типа звеньев на минимальный и максимальный фазовый сдвиг. Влияние порядка системы на вид АФЧХ. Построение логарифмических частотных характеристик цепочки последовательно соединенных звеньев. Влияние типа звеньев цепочки и порядка системы на низкочастотный и высокочастотный участки ЛАХ и ЛФХ. Определение динамических свойств замкнутых систем по частотным характеристикам разомкнутой системы.

Показатели качества. Корневые, частотные и интегральные критерии качества.

Тема 1.4. Синтез линейных САУ

Понятие коррекции свойств САУ. Последовательная и параллельная коррекции. Последовательные корректирующие звенья: пропорционально-дифференцирующее, пропорционально-интегрирующее, пропорционально-интегро-дифференцирующее звенья. Частотные характеристики последовательных корректирующих звеньев. Влияние корректирующих звеньев на статическую ошибку и запасы устойчивости САУ.

Параллельная коррекция.

Жёсткие и гибкие местные обратные связи. Влияние жёстких и гибких обратных связей на статические и динамические свойства пропорциональных и интегрирующих звеньев. Свойства усилителей, охваченных обратными связями.

Введение коррекции по входным воздействиям. Определение передаточной функции корректирующего звена. Устранение статической ошибки путем компенсации возмущений.

Синтез последовательного корректирующего звена по заданным свойствам САУ. Эквивалентность последовательной и параллельной коррекции. П-, ПД-, ПИ-, ПИД-регуляторы.

ШЕСТОЙ СЕМЕСТР

Раздел 2. Теория нелинейных систем автоматического управления[1-3,5,6]

Тема 2.1. Точные методы исследования нелинейных систем

Звенья с нелинейными характеристиками. Статические и динамические нелинейности.

Понятие фазового пространства. Изображающая. Фазовые траектории. Фазовая плоскость. Изображение переходных процессов на фазовой плоскости. Фазовый портрет.

Фазовые портреты линейных звеньев второго порядка. Особые точки.

Особенности нелинейных САУ. Особые кривые на фазовых портретах. Предельные циклы. Автоколебания нелинейных САУ. Возбуждение автоколебаний.

Построение фазового портрета релейной САУ. Многолистная фазовая плоскость. Автоколебания в релейных системах.

Устойчивость нелинейных систем. Устойчивость в малом, в большом, в целом. Асимптотическая устойчивость. Критерий абсолютной устойчивости Попова для нелинейностей секторного типа.

Тема 2.2. Приближённые методы исследования нелинейных систем

Сущность метода гармонической линеаризации. Гармоническая линеаризация нелинейностей. Коэффициенты гармонической линеаризации. Примеры расчётов коэффициентов гармонической линеаризации.

Определение предельных циклов методом гармонической линеаризации. Алгебраический и частотный методы определения предельных циклов. Устойчивые и неустойчивые предельные циклы. Определение параметров симметричных автоколебаний.

Алгебраический и частотный методы исследования устойчивости гармонически линеаризованных САУ.

Линейная коррекция нелинейных САУ. Нелинейная коррекция линейных САУ.

Особенности дискретных систем управления.

4.3 Лабораторный практикум

№ темы дисциплины	Наименование лабораторных работ
Раздел 1: «Теория линейных систем автоматического управления» [1,3,7]	
Пятый семестр (очное отделение); четвёртый курс (заочное отделение)	
<i>Введение</i>	Библиотека прикладной программы «Simulink». Блоки. Составление структурных схем. Снятие статических характеристик. Определение передаточного коэффициента. Снятие переходных характеристик. (4 ч.)
<i>Тема 1.2. Элементарные типовые звенья систем управления</i>	Исследование статических и динамических свойств звеньев с помощью прикладных программ на ЭВМ. Определение параметров звеньев. (4 ч.) частотных характеристик типовых звеньев. (4 ч.)
<i>Тема 1.3. Анализ линейных САУ</i>	Исследование статических и динамических свойств систем стабилизации с пропорциональным и интегральным регуляторами с помощью прикладных программ на ЭВМ. Исследование влияния параметров элементов САУ на её статические свойства. Исследование влияния параметров элементов САУ на её динамические свойства. (6 ч.) Исследование частотных характеристик САУ с различными типами регуляторов с помощью прикладных программ на ЭВМ. Определение устойчивости систем по частотным характеристикам. (4 ч.)
<i>Тема 1.4. Синтез линейных САУ</i>	Исследование влияние различных корректирующих звеньев на свойства САУ с помощью прикладной программы «Simulink» на ЭВМ. Исследование влияния жёсткой и гибкой местных обратных связей на свойства звеньев и САУ в целом. Исследование влияния воздействий коррекции по возмущению и заданию на свойства САУ. (8 ч.)
Шестой семестр (очное отделение); четвёртый курс (заочное отделение)	
Раздел 2: «Теория нелинейных систем автоматического управления» [4,5,7]	
<i>Тема 2.1. Точные методы исследования нелинейных систем</i>	Построение фазовых портретов линейных САУ с помощью прикладной программы «Simulink» на ЭВМ. Построение фазовых портретов нелинейных САУ с помощью программы «Simulink». Оценка режимов автоколебаний по фазовым портретам. Построение фазовых портретов САУ с различными нелинейностями релейного типа с по-

№ темы дисциплины	Наименование лабораторных работ
	мощью прикладной программы «Simulink». (4 ч.)
<i>Тема 2.2. Приближённые методы исследования нелинейных систем</i>	Исследование влияния параметров нелинейных САУ на режимы автоколебаний с помощью прикладной программы «Simulink». (8 ч.) Исследование влияния линейных корректирующих звеньев на динамические свойства нелинейных САУ. Исследование влияния нелинейных корректирующих звеньев на динамические свойства линейных САУ. (8 ч.)

4.4 Практические занятия

Не предусмотрены

4.5 Курсовой проект

4.5.1. Соответствие темы (тем) дисциплины работам, выполняемым в рамках курсового проектирования

№ темы дисциплины	Работы, выполняемые по курсовому проекту
<i>Введение</i>	Описание принципа действия системы стабилизации угловой скорости [1-3,6].
<i>Тема 1.2. Элементарные типовые звенья систем управления</i>	Определение параметров объекта управления по его статическим характеристикам и дифференциальным уравнениям Составление структурной схемы системы стабилизации угловой скорости электродвигателя [1-3,6].
<i>Тема 1.3. Статические и динамические свойства замкнутых САУ [1-3,7,9]</i>	Вывод уравнений передаточных функций замкнутой и разомкнутой систем. Определение передаточных коэффициентов разомкнутой системы и делителя напряжения по заданной статической ошибке. Построение ЛАХ и ЛФХ разомкнутой системы. Определение устойчивости системы с помощью алгебраического и частотного критериев.
<i>Тема 1.4. Синтез линейных САУ</i>	Синтез корректирующего звена по логарифмическим частотным характеристикам разомкнутой системы [1-3,6]. Построение АФЧХ скорректированной разомкнутой системы. Определение запасов устойчивости [1-3,6]. Построение переходного процесса скорректированной САУ [6].

4.5.2. Структура курсового проекта

Наименование раздела	Объём		Часы*	Ссылка на учебно-методическую литературу (разделы 6 - 9)
	графическая часть	текстовая часть		
Описание принципа действия САУ. Определение параметров объекта регулирования	1	4 - 6	4	[1-3,6]
Составление структурной схемы САУ. Расчёт коэффициента разомкнутой системы и коэффициента делителя. Определение устойчивости системы.	0,5	4 -5	4	[1-3,6]
Синтез корректирующего звена.	0,5	2 - 3	8	[1-3]

Определение запасов устойчивости. Моделирование скорректированной САУ.	1 - 2	4 - 6	6	[1-3,6]
Оформление курсового проекта			6	[6]
Защита курсового проекта			2	
Всего	3-4 листа ф. А4	10-20 листов ф. А4	30	

Примечание:

* – затраты времени приводятся с учётом изучения рекомендованной литературы

4.6 Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы

В самостоятельную работу студента входит подготовка к лекционным и лабораторным занятиям путем изучения соответствующего теоретического материала и оформления отчетов по результатам лабораторных работ, выполнение индивидуального задания, выполнение и защита курсового проекта. Подробные рекомендации по организации самостоятельной работы студента приведены в п.7 и в источниках, указанных в п. 8 данной рабочей программы.

Контроль самостоятельной работы студента осуществляется в ходе защиты лабораторных работ и при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
<i>ОПК-2 Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности</i>	I - Формирование знаний	<i>Тема 1.1. Математическое описание систем Тема 1.2. Элементарные типовые звенья систем управления Тема 1.3. Анализ линейных САУ Тема 1.4 Синтез линейных САУ Тема 2.1. Точные методы исследования нелинейных систем Тема 2.2. Приближённые методы исследования нелинейных систем</i>	Экзамен по дисциплине в 6 семестре. Зачёт с оценкой в 5 семестре
<i>ОПК-4 Способен адаптироваться к изменяющимся условиям судовой деятельности, устанавливая приоритеты для достижения цели с учетом ограничения времени</i>	II - Формирование способностей	<i>Тема 1.3. Анализ линейных САУ Тема 1.4 Синтез линейных САУ Тема 2.1. Точные методы исследования нелинейных систем Тема 2.2. Приближённые методы исследования нелинейных систем</i>	Экзамен по дисциплине в 6 семестре. Зачёт с оценкой в 5 семестре Защита лабораторных работ Выполнение индивидуального задания*
<i>ПК-11 Способен осуществлять наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами</i>	I - Формирование знаний	<i>Тема 1.3. Анализ линейных САУ Тема 1.4 Синтез линейных САУ Тема 2.1. Точные методы исследования нелинейных систем Тема 2.2. Приближённые методы исследования нелинейных систем</i>	Экзамен по дисциплине в 6 семестре. Зачёт с оценкой в 5 семестре

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
<i>ПК-21 Способен сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты их достижения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозировать последствия, находить компромиссные решения</i>	I - Формирование знаний	<i>Введение Тема 1.1. Математическое описание систем Тема 1.2. Элементарные типовые звенья систем управления Тема 1.3. Анализ линейных САУ Тема 1.4 Синтез линейных САУ Тема 2.1. Точные методы исследования нелинейных систем Тема 2.2. Приближенные методы исследования нелинейных систем</i>	Экзамен по дисциплине в 6 семестре. Зачёт с оценкой в 5 семестре
	II - Формирование способностей	<i>Введение Тема 1.1. Математическое описание систем Тема 1.2. Элементарные типовые звенья систем управления Тема 1.3. Анализ линейных САУ Тема 1.4 Синтез линейных САУ Тема 2.1. Точные методы исследования нелинейных систем Тема 2.2. Приближенные методы исследования нелинейных систем</i>	Экзамен по дисциплине в 6 семестре. Зачёт с оценкой в 5 семестре. Защита лабораторных работ
	III - Интеграция способностей	<i>Введение Тема 1.1. Математическое описание систем Тема 1.2. Элементарные типовые звенья систем управления Тема 1.3. Анализ линейных САУ Тема 1.4 Синтез линейных САУ</i>	Выполнение и защита курсового проекта в 6 семестре Выполнение индивидуального задания*

* - Только для студентов очного отделения

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

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-2	I-Формирование знаний	Экзамен по дисциплине (теоретическая часть). Зачёт с оценкой (теоретическая часть).	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
ОПК-4	II- Формирование способностей	Экзамен по дисциплине (практическая часть)	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
		Защита лабораторных работ	Итоговая оценка	Зачёт по лабораторной работе соответствует критерию	Шкала порядка с рангами: зачёт, незачёт.

				терию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Незачёт по лабораторной работе соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
		Выполнение и защита индивидуального задания*	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
ПК-11	I-Формирование знаний	Экзамен по дисциплине (теоретическая часть). Зачёт с оценкой (теоретическая часть).	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
ПК-31	I-Формирование знаний	Экзамен по дисциплине (теоретическая часть). Зачёт с оценкой (теоретическая часть).	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
		Экзамен по дисциплине (практическая часть)	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	II - Формирование способностей	Защита лабораторных работ	Итоговая оценка	Зачёт по лабораторной работе соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Незачёт по лабораторной работе соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	Шкала порядка с рангами: зачёт, незачёт. Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
		Выполнение и защита индивидуального задания*	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо)	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно)

		дуального задания*		или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « освоен ». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « не освоен ».	тельно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	III – Интеграция способностей	Курсовой проект	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « освоен ». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « не освоен ».	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

* - Только для студентов очного отделения

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.3.1 Этап I - Формирование знаний

ОПК-2 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности»;

ПК-11 «Способен осуществлять наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами»;

ПК-21 «Способен сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты их достижения».

Типовые теоретические вопросы к зачёту с оценкой в пятом семестре по дисциплине:

1. Принцип построения систем управления.
2. Статические характеристики. Передаточный коэффициент.
3. Динамические характеристики. Показатели динамики.
4. Типовые воздействия.
5. Математическое описание САУ. Понятие передаточной функции.
6. Понятие звена и структурной схемы. Типы звеньев.
7. Передаточные функции и переходные характеристики пропорциональных звеньев идеального и первого порядка. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
8. Передаточные функции и переходные характеристики апериодического звена второго порядка. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
9. Передаточная функция и переходные характеристики колебательного звена. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
10. Передаточная функция и переходные характеристики интегрирующих звеньев. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
11. Передаточная функция и переходные характеристики дифференцирующих звеньев. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
12. Структурные преобразования.
13. Передаточные функции замкнутой системы.
14. Частотные характеристики. Основные понятия. АЧХ и ФЧХ.

15. Амплитудно-фазовая частотная характеристика.
16. Логарифмическая форма частотных характеристик.
17. Частотные характеристики пропорциональных звеньев идеального и первого порядка. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
18. Частотные характеристики апериодического звена второго порядка. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
19. Частотные характеристики колебательного звена. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
20. Частотные характеристики интегрирующих звеньев. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
21. Частотные характеристики дифференцирующих звеньев. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
22. Частотные характеристики разомкнутой цепи звеньев. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
23. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
24. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
25. Пропорционально-дифференцирующие звенья. Передаточные функции и частотные характеристики. Влияние на свойства САУ.
26. Пропорционально-интегрирующие звенья. Передаточные функции и частотные характеристики. Влияние на свойства САУ.
27. Пропорционально-интегро-дифференцирующие звенья. Передаточные функции и частотные характеристики. Влияние на свойства САУ.
28. Охват пропорционального звена первого порядка жёсткой обратной связью.
29. Охват пропорционального звена первого порядка гибкой обратной связью.
30. Охват пропорционального звена второго порядка жёсткой обратной связью.
31. Охват пропорционального звена второго порядка гибкой обратной связью.
32. Охват интегрирующего звена обратной связью.
33. Охват обратными связями усилителей.

Типовые теоретические вопросы к экзамену в шестом семестре по дисциплине:

1. Принцип построения систем управления.
2. Статические характеристики. Передаточный коэффициент.
3. Динамические характеристики. Показатели динамики.
4. Типовые воздействия.
5. Математическое описание САУ. Понятие передаточной функции.
6. Понятие звена и структурной схемы. Типы звеньев.
7. Передаточные функции и переходные характеристики пропорциональных звеньев идеального и первого порядка. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
8. Передаточные функции и переходные характеристики апериодического звена второго порядка. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
9. Передаточная функция и переходные характеристики колебательного звена. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
10. Передаточная функция и переходные характеристики интегрирующих звеньев. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
11. Передаточная функция и переходные характеристики дифференцирующих звеньев. Влияние параметров звеньев на переходные характеристики.
12. Структурные преобразования.
13. Передаточные функции замкнутой системы.
14. Частотные характеристики. Основные понятия. АЧХ и ФЧХ.
15. Амплитудно-фазовая частотная характеристика.
16. Логарифмическая форма частотных характеристик.

17. Частотные характеристики пропорциональных звеньев идеального и первого порядка. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
18. Частотные характеристики апериодического звена второго порядка. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
19. Частотные характеристики колебательного звена. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
20. Частотные характеристики интегрирующих звеньев. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
21. Частотные характеристики дифференцирующих звеньев. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
22. Частотные характеристики разомкнутой цепи звеньев. Влияние параметров звеньев на вид частотных характеристик.
23. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
24. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
25. Пропорционально-дифференцирующие звенья. Передаточные функции и частотные характеристики. Влияние на свойства САУ.
26. Пропорционально-интегрирующие звенья. Передаточные функции и частотные характеристики. Влияние на свойства САУ.
27. Пропорционально-интегро-дифференцирующие звенья. Передаточные функции и частотные характеристики. Влияние на свойства САУ.
28. Охват пропорционального звена первого порядка жёсткой обратной связью.
29. Охват пропорционального звена первого порядка гибкой обратной связью.
30. Охват пропорционального звена второго порядка жёсткой обратной связью.
31. Охват пропорционального звена второго порядка гибкой обратной связью.
32. Охват интегрирующего звена обратной связью.
33. Охват обратными связями усилителей.
34. Синтез последовательного корректирующего звена в линейной САУ.
35. Нелинейная коррекция линейных систем.
36. Линейная коррекция нелинейных систем.
37. Фазовое пространство. Представление переходных процессов на фазовой плоскости.
38. Фазовые портреты линейных САУ 2-го порядка. Особые точки.
39. Особенности фазовых портретов нелинейных САУ.
40. Устойчивость нелинейных САУ. Частотный критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.
41. Общие положения метода гармонической линеаризации.
42. Определение коэффициентов гармонической линеаризации типовых нелинейностей.
43. Алгебраический способ определения симметричных автоколебаний.
44. Частотный способ определения симметричных автоколебаний.
45. Исследование устойчивости методом гармонической линеаризации.
46. Особенности дискретных систем управления.

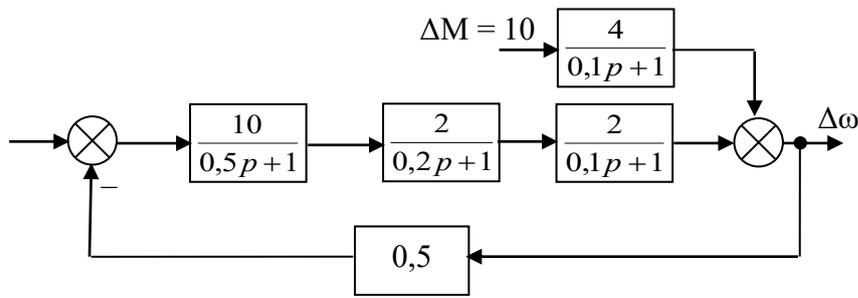
5.3.2 Этап II - Формирование способностей

ОПК-4 Способен адаптироваться к изменяющимся условиям судовой деятельности, устанавливая приоритеты для достижения цели с учетом ограничения времени»:

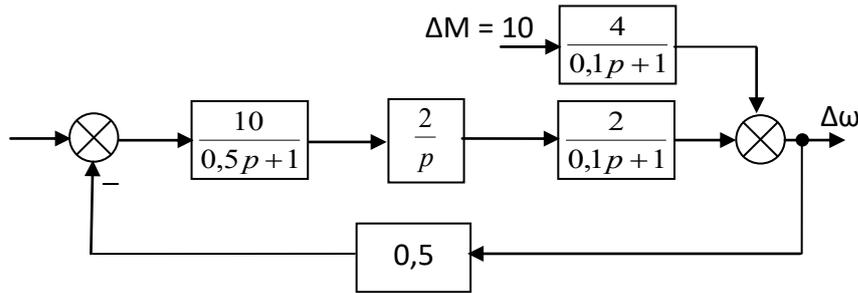
ПК-21 «Способен сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты их достижения».

Типовые практические задания к экзамену по дисциплине в шестом семестре (варианты):

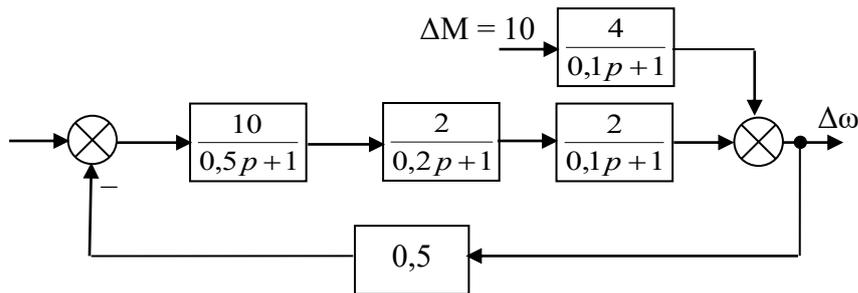
1. Определить величину статической ошибки САУ, структурная схема которой приведена на рисунке. Алгебраическим критерием проверить систему на устойчивость.



2. Определить величину статической ошибки САР, структурная схема которой приведена на рисунке. Алгебраическим критерием проверить систему на устойчивость.



3. По логарифмическим частотным характеристикам разомкнутой системы определить устойчивость САР, структурная схема которой приведена на рисунке.



4. По логарифмическим частотным характеристикам разомкнутой системы определить устойчивость САР, передаточная функция разомкнутой системы приведена ниже:

$$W_{pc} = \frac{20}{(0,5p + 1)(0,02p^2 + 0,3p + 1)}$$

5. Звено структурной схемы с передаточной функцией

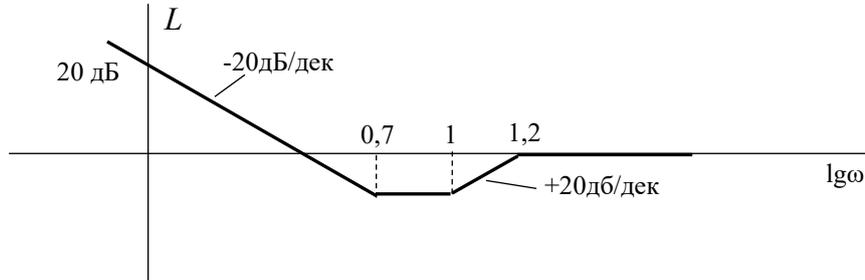
$$W = \frac{50}{0,01p^2 + 0,15p + 1}$$

охвачено положительной (отрицательной) обратной связью через идеальное пропорциональное (дифференцирующее) звено с $k = 0,01$. Как при этом изменятся параметры и свойства исходного звена?

6. Пропорциональное звено 1 порядка с $k = 10$ и $T = 0,1$ с охвачено идеальной отрицательной гибкой (жёсткой) обратной связью с коэффициентом $k_{oc} = 1$. Определить тип и параметры полученного эквивалентного звена.

7. Реальное интегрирующее звено с $k = 10$ и $T = 0,1$ с охвачено идеальной отрицательной гибкой (жесткой) обратной связью с коэффициентом $k_{oc} = 1$. Построить ЛАХ и ЛФХ полученного эквивалентного звена.

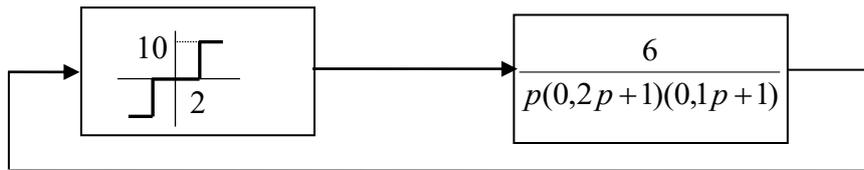
8. Записать передаточную функцию последовательного корректирующего звена по приведённой на рисунке ЛАХ. Определить тип корректирующего звена.



9. Пропорциональное звено 1-го порядка с коэффициентом $k = 10$ и постоянной времени $T = 0,1$ с охвачено жесткой (гибкой) отрицательной (положительной) обратной связью с коэффициентом $k = 0,05$. Показать (примерный вид) переходные характеристики звена без обратной связи, и звена, охваченного обратной связью.

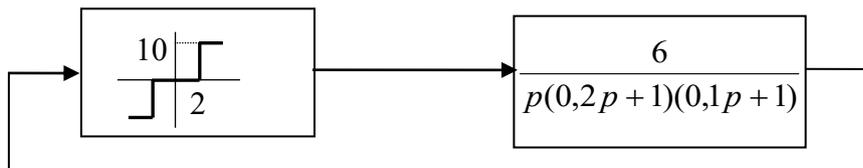
10. Идеальное интегрирующее звено с коэффициентом $k = 10$ охвачено гибкой (жесткой) отрицательной обратной связью с коэффициентом $k = 0,05$. Показать (примерный вид) переходные характеристики звена без обратной связи, и звена, охваченного обратной связью.

11. Алгебраическим способом определить, возможен ли режим автоколебаний в нелинейной САУ, структурная схема которой приведена на рисунке.



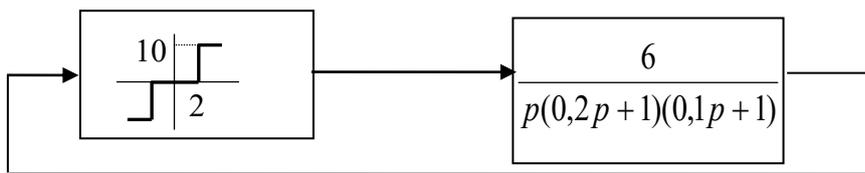
$$q = \frac{4c}{\pi a} \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}; \quad q' = 0$$

12. Частотным способом (с использованием АФЧХ линейной части) определить, возможен ли режим автоколебаний в нелинейной САУ, структурная схема которой приведена на рисунке.



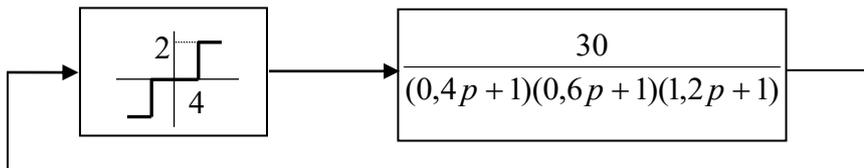
$$q = \frac{4c}{\pi a} \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}; \quad q' = 0$$

13. Частотным способом (с использованием ЛАХ и ЛФХ линейной части) определить, возможен ли режим автоколебаний в нелинейной САУ, структурная схема которой приведена на рисунке.

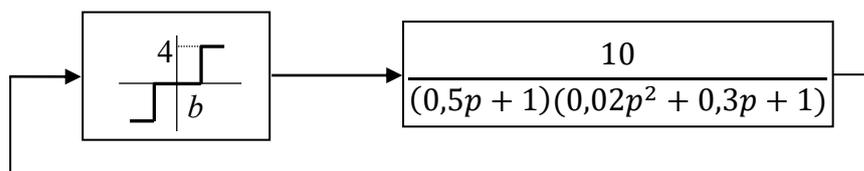


$$q = \frac{4c}{\pi a} \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}; \quad q' = 0$$

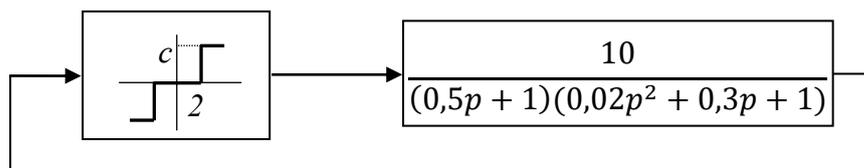
14. Определить, выполняется ли критерий абсолютной устойчивости для нелинейной САУ, структурная схема которой приведена на рисунке. АФЧХ линейной части приведена в таблице.



11. Определить минимальное значение полуширины b зоны нечувствительности нелинейного звена, при котором выполняется условие абсолютной устойчивости В.М. Попова.



12. Определить предельное значение выходной величины c нелинейного звена, при котором выполняется условие абсолютной устойчивости В.М. Попова.



5.3.3 Этап III – Интеграция способностей

Выполнение и защита курсового проекта.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.4.1 Методика оценки зачёта по дисциплине

Зачёт с оценкой по дисциплине предусмотрен в пятом семестре. Зачёт предусматривает выполнение и защиту индивидуального задания, выполнение и защиту лабораторных работ по разделу «Теория линейных систем» и составление структурной схемы по заданию преподавателя в прикладной программе Simulink. При защите лабораторных работ результаты экспериментов должны подкрепляться теоретическими положениями курса.

5.4.2 Шкалы и критерии оценивания зачёта

Оценка компетенций в рамках дисциплины осуществляется по 4-балльной ранговой шкале с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если индивидуальное задание выполнено в срок и защищено с оценкой «отлично», все лабораторные работы выполнены и защищены в течение семестра. Компьютерные модели на базе структурных схем студент создаёт самостоятельно, свободно пользуясь инструментарием компьютерной программы, полученные результаты экспериментов, подтверждает теоретическим материалом по изучаемой теме.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если индивидуальное задание выполнено в срок и защищено с оценкой «отлично» или «хорошо», все лабораторные работы выполнены и защищены в течение семестра. Компьютерные модели на базе структурных схем студент создаёт с незначительными подсказками преподавателя, свободно пользуясь инструментарием компьютерной программы, полученные результаты экспериментов, подтверждает теоретическим материалом, пользуясь конспектом лекций или технической литературой.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если индивидуальное задание выполнено в срок и защищено с оценкой «хорошо» или «удовлетворительно», все лабораторные работы выполнены и защищены после окончания семестра, или если компьютерные модели на базе структурных схем студент создаёт с подсказками преподавателя, инструменты компьютерной программы использует с затруднениями, полученные результаты экспериментов подтверждает теоретическим материалом, пользуясь конспектом лекций или технической литературой.

В остальных случаях выставляется оценка «неудовлетворительно».

5.4.3 Методика оценки экзамена по дисциплине

Экзамен по дисциплине проводится в шестом семестре очного отделения по экзаменационным билетам, включающим в себя по три вопроса.

Экзамен включает теоретическую часть (один вопрос), направленную на оценку знаний, характеризующих I этап компетенций ОПК-3, ПК-11, ПК-21, и практическую часть (две задачи), направленную на оценку умений, характеризующих II этапы компетенций ОПК-4 и ПК-21.

Экзамен проводится в письменной или устной формах.

5.4.4 Шкалы и критерии оценивания экзамена

Оценка компетенций в рамках дисциплины осуществляется по 4-балльной ранговой шкале с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме и без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, не влияющие (или слабо влияющие) на итоговый результат.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые повлекли незначительное искажение итогового результата.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если не выполнена, или выполнена с ошибками, существенно повлиявшими на конечный результат, практическая часть экзаменационного билета, или ответы на теоретические вопросы имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые привели к значительному искажению итогового результата.

В случаях, если студент дает неполные и/или неразвернутые ответы на вопросы и задания или же ответы содержат ошибочные сведения и выводы, преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков студента в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

5.4.5 Методика оценки курсового проекта по дисциплине

Курсовой проект выполняется в 6 семестре (очное отделение) или на 4 курсе (заочное отделение) и направлен на оценку навыков, характеризующих III этап ПК-21. Проект направлен на приобретение и закрепление навыков анализа и синтеза замкнутых систем путём теоретического исследования и компьютерного моделирования.

Защита курсового проекта осуществляется после его проверки руководителем в виде доклада, сопровождающегося демонстрацией слайдов. Защита принимается комиссией, утверждённой заведующим кафедрой. До защиты проекта обучающимся должны быть устранены все замечания руководителя, выявленные в ходе проверки проекта.

5.4.6 Шкалы и критерии оценивания курсового проекта

Оценка компетенций в рамках дисциплины осуществляется по 4-балльной ранговой шкале с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если все разделы проекта выполнены в установленные сроки и в соответствии с требованиями задания на проектирование, в полном объёме и без ошибок. В ходе защиты продемонстрировано полное понимание сути выполненных расчётов и принятых решений. На вопросы преподавателя, касающиеся темы проекта, даёт правильные и обоснованные ответы.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если все разделы проекта выполнены в установленные сроки и в соответствии с требованиями задания на проектирование, в полном объёме и без ошибок. В ходе защиты продемонстрировано понимание сути выполненных расчётов и принятых решений, на один или несколько вопросов даны ответы с несущественными ошибками.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если все разделы проекта выполнены в соответствии с требованиями задания на проектирование, в полном объёме и без ошибок(с исправленными ошибками, выявленными в ходе проверки), но с отставанием от графика работы над проектом. В ходе защиты продемонстрировано не полное понимание сути выполненных расчётов и принятых решений, на один или несколько вопросов даны ответы с несущественными ошибками.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если все разделы проекта выполнены в соответствии с требованиями задания на проектирование, в полном объёме и без ошибок (с исправленными ошибками, выявленными в ходе проверки), но с отставанием от графика работы над проектом. В ходе защиты продемонстрировано непонимание сути выполненных расчётов и принятых решений, на два и более вопроса не даны ответы, или даны ответы с существенными ошибками.

Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков студента в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

5.4.7 Методика оценки лабораторных работ по дисциплине

Лабораторные работы выполняются в 5 и 6 семестрах (очное отделение) или на 4 курсе (заочное отделение) и направлены на формирование умений и способностей ОПК-4 и ПК-21. Каждая лабораторная работа оформляется в виде отчёта, содержащего цель работы, необходимые схемы и модели, графики полученных характеристик и выводы.

Защита отчётов по лабораторным работам осуществляется в виде собеседования с преподавателем. Допуск к экзамену осуществляется после защиты всех лабораторных работ, предусмотренных учебным.

5.4.8 Шкалы и критерии оценивания лабораторных работ

Оценка компетенций в рамках лабораторной работы осуществляется по шкале «зачтено – не зачтено», что соответствует дихотомической шкале «освоено – не освоено». Работа считается зачтённой при правильно и аккуратно оформленном отчёте, отвечающем требованиям, изложенным в п. 5.4.5 настоящей рабочей программы, и правильных ответах на 3 – 5 вопросов преподавателя, касающихся тематики защищаемой работы.

5.4.9 Методика оценки индивидуального задания (только для студентов очного отделения)

Индивидуальное задание выполняется в пятом семестре в рамках самостоятельной работы и оформляется в виде записки, содержащей:

- 1) построение структурной схемы исходной системы по заданным уравнениям;
 - 2) определение передаточных функций звеньев и системы в целом;
 - 3) статический расчет системы;
 - 4) анализ устойчивости исходной системы;
 - 5) расчет параметров корректирующего устройства, если исходная система окажется неустойчивой;
 - 6) определение передаточной функции скорректированной САУ по управляющему и возмущающему воздействиям;
 - 7) анализ устойчивости скорректированной САУ.
- Объём пояснительной записки – 5 – 8 страниц текста.

5.4.10 Шкалы и критерии оценивания индивидуального задания (только для студентов очного отделения)

Оценка компетенций в рамках дисциплины осуществляется по 4-балльной ранговой шкале с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если все разделы задания выполнены в течение пятого семестра и в соответствии с требованиями, в полном объеме и без ошибок. В ходе защиты продемонстрировано полное понимание сути выполненных расчётов и принятых решений. На вопросы преподавателя, касающиеся темы раздела дисциплины, даёт правильные и обоснованные ответы.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если все разделы задания выполнены в течение пятого семестра и в соответствии с требованиями, в полном объеме и без ошибок. В ходе защиты продемонстрировано понимание сути выполненных расчётов и принятых решений, на один или несколько вопросов даны ответы с несущественными ошибками.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если все разделы задания выполнены в соответствии с требованиями, в полном объеме и без ошибок (с исправленными ошибками, выявленными в ходе проверки), но с отставанием от графика учебного процесса. В ходе защиты продемонстрировано не полное понимание сути выполненных расчётов и принятых решений, на один или несколько вопросов даны ответы с несущественными ошибками.

В остальных случаях выставляется оценка «неудовлетворительно». В случае неудовлетворительной оценки студенту, для получения зачёта, предоставляется время на доработку индивидуального задания в течение времени, отводимого положениями университета на ликвидацию академических задолженностей.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 624 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68460>. – Загл. с экрана;

2. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 224 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71753>. – Загл. с экрана.

б) дополнительная учебная литература

3. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления [Текст]: учеб. пос. / Е.П. Попов. – М. Наука, 1989. – 301 с. (83);
4. Попов, Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления [Текст]: учеб. пос. / Е. П. Попов. – 2-е изд., стер. – М. : Наука, 1988. – 256 с. (56);
5. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – Изд. 4-е , перераб. и доп. – СПб. : Профессия, 2003. – 752 с. : ил. – (Специалист). – ISBN 5-93913-035-6 : 280,50. (47);

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

6. Гросс, В.Ю. Расчёт линейной системы стабилизации угловой скорости электродвигателя постоянного тока [Электронный ресурс]: задания и методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Теория автоматического управления»/ В.Ю. Гросс, Е.Г. Гурова. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2014. – 45 с. – Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее. – Режим доступа: <http://libcat.nsaawt.ru/cgi-bin/cgi.exe/login?m=104519>. – Загл. с экрана;
7. Гросс В.Ю. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : метод. указ. к компьютерному варианту лаб. работ по курсу "Теория автоматического управления" для студентов спец. "Электропривод и автоматика промышленных установок и техн. комплексов" и "Эксп. судового электрооборудования и средств автоматизи" / В. Ю. Гросс, Е. Г. Гурова. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2014. – 53 с. – Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее. – Режим доступа: <http://libcat.nsaawt.ru/cgi-bin/cgi.exe/login?m=105659>. – Загл. с экрана.

При изучении типовых звеньев автоматики рекомендуется сначала изучить их передаточные функции и переходные характеристики, затем структурные преобразования и передаточные функции замкнутых систем. Это позволит исследовать статические свойства систем с различными типами регуляторов. Полученные знания необходимо закрепить выполнением части курсового проекта, посвящённой расчёту коэффициента разомкнутой системы по заданной статической ошибке и передаточного коэффициента делителя напряжения.

После освоения этого материала следует вернуться к изучению частотных характеристик типовых звеньев и систем регулирования, что упростит понимание разделов по исследованию устойчивости линейных САР и синтезу корректирующих звеньев. Изученный материал рекомендуется закрепить определением устойчивости САР в курсовом проекте и синтезом корректирующего звена.

Моделирование САР, разрабатываемой в курсовом проекте студентами заочного факультета, допускается проводить в период лабораторно-экзаменационной сессии под руководством преподавателя. С разрешения преподавателя для студентов заочного факультета допускается исключить компьютерное моделирование САР (при отсутствии программного обеспечения в филиалах), заменив его определением запасов устойчивости по частотным характеристикам скорректированной системы.

При изучении нелинейных САР основное внимание необходимо уделить исследованию режимов автоколебаний (методом гармонической линеаризации) и определению абсолютной устойчивости (критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова).

8. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

11. Шапиро, С.А. Специфика самостоятельной работы студента в транспортном вузе. Теорет. ч.1 / С. А. Шапиро ; М-во трансп. Рос. Федерации, Новосиб. гос. акад. вод. трансп. - Новосибирск : НГАВТ, 2006. - 19 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] // Федеральный портал/ Автоматика и телемеханика. Вычислительная техника. – Доступ свободный. – Режим доступа: URL: http://window.edu.ru/catalog/resources?_nr=20.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Среда моделирования MATLAB (версия не ниже 2008 г.) © MathWorks. All Rights Reserved. (<http://www.mathworks.com>).
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Информационно-поисковая система «Консультант Плюс».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ (терминальный класс гл:318)	Выход в локальную сеть и сеть Internet; 13 персональных компьютеров.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (гл: 308)	доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для самостоятельной работы и курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (гл: 220)	10 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с доступом в Internet