

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.08.2024 11:51:04  
Уникальный программный ключ:  
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.О.22

Теория автоматического управления

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Электрооборудования и автоматики</b>	
Образовательная программа	26.05.07 Специальность "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" Специализация "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" год начала подготовки 2024	
Квалификация	<b>инженер-электромеханик</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>7 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	252	Виды контроля в семестрах: экзамены 6 зачеты с оценкой 5 курсовые проекты 6
в том числе:		
аудиторные занятия	86	
самостоятельная работа	118	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Неделя	14 4/6		10 4/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	28	28	10	10	38	38
Лабораторные	28	28	20	20	48	48
Иная контактная работа	4	4	8	8	12	12
Итого ауд.	56	56	30	30	86	86
Контактная работа	60	60	38	38	98	98
Сам. работа	48	48	70	70	118	118
Часы на контроль			36	36	36	36
Итого	108	108	144	144	252	252

Рабочая программа дисциплины

## **Теория автоматического управления**

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики (приказ Минобрнауки России от 15.03.2018 г. № 193)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

26.05.07 Специальность "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики"  
Специализация "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики"  
год начала подготовки 2024

**Рабочую программу составил(и):**

*к.т.н., Профессор, Гросс Владимир Юлиусович*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры **Электрооборудования и автоматики**

Заведующий кафедрой Палагушкин Борис Владимирович

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Обеспечение базового уровня знаний и навыков, необходимых для построения и анализа моделей процессов управления и синтеза устойчивых систем автоматического управления с требуемыми статическими и динамическими характеристиками.
-----	--

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Механика
2.1.2	Основы научных исследований
2.1.3	Прикладная механика
2.1.4	Теоретические основы электротехники
2.1.5	Теоретическая механика
2.1.6	Теория и устройство судна
2.1.7	Физика
2.1.8	Математика
2.1.9	Начертательная геометрия и инженерная графика
2.1.10	Химия
2.1.11	Основы научных исследований
2.1.12	Прикладная механика
2.1.13	Теоретические основы электротехники
2.1.14	Теоретическая механика
2.1.15	Теория и устройство судна
2.1.16	Физика
2.1.17	Математика
2.1.18	Начертательная геометрия и инженерная графика
2.1.19	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Судовые автоматизированные электроэнергетические системы
2.2.2	Судовые электроприводы
2.2.3	Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации
2.2.4	Судовые автоматизированные электроэнергетические системы
2.2.5	Судовые электроприводы
2.2.6	Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-5: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности**

ОПК-5.3: Использует методы моделирования (математического, графического, компьютерного) при решении задач профессиональной деятельности

**ПК-11: Способен осуществлять наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами**

ПК-11.1: Умеет осуществлять наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой

ПК-11.2: Умеет осуществлять наблюдение за работой автоматических систем управления вспомогательными механизмами

**ПК-12: Способен сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты их достижения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозировать последствия, находить компромиссные решения**

ПК-12.2: Умеет производить анализ вариантов проекта (программы)

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Принципы построения и функционирования систем автоматического управления (САУ) и методы анализа и синтеза их свойств.
3.1.2	Способы настройки САУ для обеспечения заданных параметров.
3.1.3	Влияние параметров элементов САУ на статические и динамические свойства системы в целом.
3.1.4	Методы математического и компьютерного анализа замкнутых САУ.
3.1.5	
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Составлять функциональные схемы САУ различными параметрами.
3.2.2	Расчитывать параметры для обеспечения заданных свойств системы.
3.2.3	Оценивать влияние параметров элементов судовых систем автоматики на статическую и динамическую точность регулирования.
3.2.4	Составлять структурные схемы САУ для анализа свойств судовых систем автоматического управления.
3.2.5	
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Навыками составления функциональных схем судовых САУ.
3.3.2	Навыками расчётов параметров элементов САУ.
3.3.3	Навыками синтеза корректирующих устройств.
3.3.4	Навыками анализа свойств САУ по структурным схемам.

#### 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	<b>Раздел 1. Анализ линейных систем автоматического управления (САУ)</b>				
Лек	Принципы построения САУ. Классификация САУ. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.1Л2.1	0
Лек	Статические и динамические характеристики. Линеаризация. Передаточный коэффициент. Типовые воздействия. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.1Л2.1	0
Лаб	Лабораторная работа № 1. Основы работы с прикладной программой SimInTech Лабораторная работа № 2. Снятие статических и динамических характеристик в вычислительной среде SimInTech /Лаб/	5	4	Л3.2	0
Лек	Математическое описание САУ. Понятие передаточной функции. Понятие звена и структурной схемы. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.1Л2.1	0
Лек	Типовые звенья автоматики. Свойства типовых звеньев. /Лек/	5	6	Л1.2 Л1.1Л2.1	0
Лаб	Лабораторная работа № 3. Исследование статических и динамических свойств типовых звеньев автоматики /Лаб/	5	8	Л3.2	0
Лек	Структурные преобразования. Порядок составления структурных схем. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.1Л2.1	0
Лек	Передаточные функции замкнутых систем. Статическая точность САУ. /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.1Л2.1	0
Лек	Частотные характеристики. Частотные характеристики типовых звеньев и цепочек звеньев. /Лек/	5	4	Л1.2 Л1.1Л2.1	0
Лаб	Лабораторная работа № 5. Частотные характеристики звеньев и систем /Лаб/	5	4	Л3.2	0
Лек	Устойчивость линейных САУ. /Лек/	5	4	Л1.2 Л1.1Л2.1	0

Лаб	Лабораторная работа № 6. Исследование влияния структуры и параметров САУ на её статические и динамические свойства /Лаб/	5	4	Л3.2	0
Ср	/Ср/	5	48	Л1.1Л2.1	0
Раздел	<b>Раздел 2. Синтез линейных САУ</b>				
Лек	Виды коррекции линейных САУ. Последовательные корректирующие звенья. Местные обратные связи. /Лек/	5	4	Л1.2Л2.1	0
Лаб	Лабораторная работа № 7. Исследование влияния последовательных корректирующих звеньев на свойства САУ /Лаб/	5	4	Л3.2	0
Лаб	Лабораторная работа № 8. Исследование влияния местных обратных связей на свойства звеньев и САУ /Лаб/	5	4	Л3.2	0
Лек	Порядок синтеза корректирующих звеньев. /Лек/	6	2		0
Лаб	Лабораторная работа № 4. Структурные преобразования /Лаб/	6	8		0
Ср	/Ср/	6	48	Л1.2Л2.1	0
Раздел	<b>Раздел 3. Нелинейные САУ</b>				
Лек	Нелинейные системы. Фазовое пространство и фазовая плоскость. /Лек/	6	2	Л1.2Л2.2	0
Лаб	Лабораторная работа № 9. Исследование нелинейных звеньев /Лаб/	6	4	Л3.2	0
Лаб	Лабораторная работа № 10. Фазовые портреты /Лаб/	6	4	Л3.2	0
Лек	Метод гармонической линеаризации нелинейностей. /Лек/	6	2	Л1.2Л2.2	0
Лек	Определение режима автоколебаний методом гармонической линеаризации /Лек/	6	2	Л1.2Л2.2	0
Лаб	Лабораторная работа № 11. Исследование нелинейной системы автоматического регулирования /Лаб/	6	4	Л3.2	0
Лек	Устойчивость нелинейных САУ. Критерий абсолютной устойчивости /Лек/	6	2	Л1.2Л2.2	0
Ср	/Ср/	6	22	Л1.2Л2.2Л3.1	0
ИКР	/ИКР/	5	4	Л1.1	0
ИКР	/ИКР/	6	8	Л1.1	0

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ПЯТЫЙ СЕМЕСТР

#### Раздел 1. Анализ линейных систем автоматического управления (САУ)

##### Тема 1.1. Принципы построения и функционирования систем автоматического управления (САУ)

ТАУ – научная основа создания автоматических систем. Основные понятия ТАУ. Объект управления, устройство управления, переменные. Разомкнутые и замкнутые САУ. Классификация САУ. Краткая историческая справка.

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. Понятие передаточной функции. Типовые воздействия.

##### Тема 1.2. Типовые звенья автоматики

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.

Структурные преобразования. Соединение звеньев. Передаточная функция эквивалентного звена при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении. Правила переноса сумматоров и узлов.

##### Тема 1.3. Статические и динамические свойства замкнутых систем автоматического управления (САУ)

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.

##### Тема 1.3. Частотные характеристики.

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. 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.

Тема 1.4. Устойчивость линейных САУ.

Понятие устойчивости. Влияние корней характеристического уравнения на устойчивость. Критерии устойчивости: алгебраический, 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.

Показатели качества. Корневые, частотные и интегральные критерии качества.

## ШЕСТОЙ СЕМЕСТР

### Раздел 2. Синтез линейных САУ

Тема 2.1. Виды коррекции линейных САУ. Последовательные корректирующие звенья. Параллельная коррекция.

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

Параллельная коррекция.

Тема 2.2. Местные обратные связи.

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.

Тема 2.3. Порядок синтеза корректирующих звеньев.

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

### Раздел 3. Теория нелинейных систем автоматического управления

Тема 3.1. 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 3.2. Метод гармонической линеаризации нелинейностей.

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.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

#### 6.2. Темы письменных работ

Расчёт линейной системы стабилизации угловой скорости электродвигателя постоянного тока

#### 6.3. Контрольные вопросы и задания

Этап I – Формирование знаний.

Примерные вопросы к зачёту с оценкой (по результатам выполнения и защит лабораторных работ в 5 семестре).

Контрольные вопросы изложены в методических указаниях к лабораторным работам, выполняемым в пятом семестре (с учётом индивидуальных заданий, предусмотренных в заданиях к лабораторным работам).

Примерные вопросы для экзамена по дисциплине (6 семестр):

Перечислите основные принципы построения систем автоматического регулирования (САУ).

Математическая модель САУ.

Стандартные входные воздействия в теории управления.

Линеаризация систем.

Частотные характеристики звеньев и систем.

Типовые звенья автоматики.

Построение и преобразование структурных схем.  
 Статическая точность систем. Понятие статической ошибки.  
 Понятие статических и астатических систем (систем с пропорциональным и интегральным регуляторами).  
 Необходимое условие устойчивости линейных систем.  
 Критерии устойчивости линейных систем.  
 Определение запасов устойчивости системы автоматического регулирования.  
 Последовательные корректирующие звенья, их влияние на статические и динамические свойства систем.  
 Типы местных обратных связей, способы их реализации.  
 Влияние жёсткой и гибкой обратных связей на статические и динамические свойства звеньев и систем.  
 Коррекция по внешним воздействиям.  
 Особенности нелинейных систем.  
 Метод фазовой плоскости.  
 Метод гармонической линеаризации.  
 Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.

Этап II – Формирование способностей.

Примерные вопросы для экзамена по дисциплине:

Принцип практического снятия статических характеристик.

Принцип практического снятия переходной и весовой характеристик.

Способы уменьшения статической ошибки систем с пропорциональным регулятором.

Влияние интегрирующих звеньев в контуре регулирования на статические свойства систем.

Статическая точность следящих систем (объект регулирования - интегрирующее звено).

Оцените влияние П- и ПИ – регуляторов на статические и динамические свойства систем.

Оцените влияние жёсткой положительной (отрицательной) обратной связи на статические свойства пропорциональных звеньев.

Оцените влияние гибкой положительной (отрицательной) обратной связи на статические свойства пропорциональных звеньев.

Оцените влияние жёсткой положительной (отрицательной) обратной связи на статические свойства интегрирующих звеньев.

Оцените влияние гибкой положительной (отрицательной) обратной связи на статические свойства интегрирующих звеньев.

Посните особенности фазовых портретов нелинейных систем, работающих в режиме автоколебаний.

Этап III – Интеграция способностей

Примерные задания для экзамена по дисциплине:

Вычислите величину статической ошибки системы, структурная схема которой аналогична одной из структурных схем, приведённых в лабораторных работах №№ 6,7 (структурная схема и исходные данные задаются преподавателем).

Запишите выражение передаточной функции разомкнутой системы, структурная схема которой аналогична одной из структурных схем, приведённых в лабораторных работах №№ 6,7 (структурная схема и исходные данные задаются преподавателем).

Запишите выражение передаточной функции замкнутой системы, структурная схема которой аналогична одной из структурных схем, приведённых в лабораторных работах №№ 6,7 (структурная схема и исходные данные задаются преподавателем).

Постройте ЛАХ(точно) и ЛФХ (примерный вид) разомкнутой системы, структурная схема которой аналогична одной из структурных схем, приведённых в лабораторных работах №№ 6,7 (структурная схема и исходные данные задаются преподавателем). Поясните методику оценки устойчивости замкнутой системе по логарифмическим частотным характеристикам разомкнутой системы.

По критерию Гурвица определить устойчивость системы, передаточная функция разомкнутой системы которой получена по структурным схемам, аналогичным приведённым в лабораторных работах №№ 6,7.

Пропорциональное звено первого порядка с передаточным коэффициентом  $k_0 = 10$  и постоянной времени  $T = 0,2$  с охвачено идеальной жёсткой положительной обратной связью с коэффициентом  $k_{ос} = 0,05$ . Вывести передаточную функцию эквивалентного звена. Назвать тип получившегося эквивалентного звена.

Пропорциональное звено первого порядка с передаточным коэффициентом  $k_0 = 10$  и постоянной времени  $T = 0,2$  с охвачено идеальной жёсткой отрицательной обратной связью с коэффициентом  $k_{ос} = 0,05$ . Вывести передаточную функцию эквивалентного звена. Назвать тип получившегося эквивалентного звена.

Пропорциональное звено первого порядка с передаточным коэффициентом  $k_0 = 10$  и постоянной времени  $T = 0,2$  с охвачено идеальной гибкой отрицательной обратной связью с коэффициентом  $k_{ос} = 0,05$ . Вывести передаточную функцию эквивалентного звена. Назвать тип получившегося эквивалентного звена.

Пропорциональное звено первого порядка с передаточным коэффициентом  $k_0 = 10$  и постоянной времени  $T = 0,2$  с охвачено идеальной гибкой положительной обратной связью с коэффициентом  $k_{ос} = 0,05$ . Вывести передаточную функцию эквивалентного звена. Назвать тип получившегося эквивалентного звена.

Идеальное интегрирующее звено с передаточным коэффициентом  $k_0 = 10$  охвачено идеальной гибкой положительной обратной связью с коэффициентом  $k_{ос} = 0,05$ . Вывести передаточную функцию эквивалентного звена. Назвать тип получившегося эквивалентного звена.

Идеальное интегрирующее звено с передаточным коэффициентом  $k_0 = 10$  охвачено идеальной гибкой отрицательной обратной связью с коэффициентом  $k_{ос} = 0,05$ . Вывести передаточную функцию эквивалентного звена. Назвать тип получившегося эквивалентного звена.

Идеальное интегрирующее звено с передаточным коэффициентом  $k_0 = 10$  охвачено идеальной жёсткой отрицательной

обратной связью с коэффициентом  $\text{kos} = 0,05$ . Вывести передаточную функцию эквивалентного звена. Назвать тип получившегося эквивалентного звена.

Проверить, выполняется ли критерий абсолютной устойчивости при заданных преподавателем передаточной функции линейной части и виде и параметрах нелинейного элемента.

Вычислить амплитуду и частоту автоколебаний нелинейной системы, передаточная функция линейной части и вид и параметры нелинейности которых заданы преподавателем.

Примерные вопросы к защите курсового проекта:

Пояснить назначение и принцип действия проектируемой системы автоматического регулирования.

Пояснить принцип определения величины коэффициента разомкнутой системы, при котором обеспечивается требуемая статическая точность.

Пояснить процедуры определения устойчивости замкнутой системы по критериям устойчивости Гурвица и Найквиста.

Пояснить порядок синтеза последовательного корректирующего звена.

Пояснить влияние коэффициента разомкнутой системы на статические и динамические свойства замкнутой системы.

Пояснить способ изменения коэффициента разомкнутой системы в проектируемой системе.

1. Постройте структурную схему САР, состоящую из регулятора, являющегося пропорциональным инерционным звеном первого порядка с коэффициентом усиления 25 и постоянной времени 0,01 с, усилителя мощности с коэффициентом усиления 2 и постоянной времени 0,05 с, объекта регулирования с коэффициентом усиления 1 и постоянной времени 1 с и обратной связью с коэффициентом усиления 1. Найдите передаточную функцию замкнутой системы по управляющему воздействию.

2. Постройте структурную схему САР, состоящую из регулятора, являющегося пропорциональным инерционным звеном первого порядка с коэффициентом усиления 25 и постоянной времени 0,01 с, усилителя мощности с коэффициентом усиления 2 и постоянной времени 0,05 с, объекта регулирования с коэффициентом усиления 1 и постоянной времени 1 с и обратной связью с коэффициентом усиления 1. Определите устойчивость по критерию Гурвица.

3. Постройте структурную схему САР, состоящую из регулятора, являющегося пропорциональным инерционным звеном первого порядка с коэффициентом усиления 25 и постоянной времени 0,01 с, усилителя мощности с коэффициентом усиления 2 и постоянной времени 0,05 с, объекта регулирования с коэффициентом усиления 1 и постоянной времени 1 с и обратной связью с коэффициентом усиления 1. Определите граничное значение коэффициента передачи разомкнутой системы и сделайте вывод об устойчивости системы.

4. Постройте структурную схему скорректированной системы автоматической стабилизации с заменой П-регулятора на ПИ-регулятор. Определите запас устойчивости САР и предложите меры по его увеличению.

5. Для скорректированной системы автоматической стабилизации с ПИ-регулятором определите статическую ошибку в САР.

#### 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1 Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Раздобреев Михаил Михайлович, Гросс Владимир Юлиусович, Палагушкин Борис Владимирович, Романов Марк Николаевич	Теория автоматического управления. Анализ линейных систем: учебное пособие	Новосибирск: СГУВТ, 2020
Л1.2	Бесекерский Виктор Антонович, Попов Евгений Павлович	Теория систем автоматического управления	Санкт-Петербург: Профессия, 2003

##### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Попов Евгений Павлович	Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: учеб. пособие	Москва: Наука, 1989
Л2.2	Попов Евгений Павлович	Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления: учеб. пособие	Москва: Наука, 1988



## 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	Гросс Владимир Юлиусович, Гурова Елена Геннадьевна	Расчёт линейной системы стабилизации угловой скорости электродвигателя постоянного тока: задания и метод. указ. к вып. курсового проекта по курсу "Теория автоматического управления"	Новосибирск: НГАВТ, 2014
ЛЗ.2	Гросс В. Ю., Гурова Е. Г.	Теория автоматического управления: 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"	Новосибирск, 2010

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Компьютерный класс - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК – 15 шт. (в т.ч преподавательский)
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (переносной); Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Навигация и лоция, Общая лоция, Общая лоция и основы судоходства, История судоходства, Безопасность судоходства на внутренних водных путях, Безопасность судоходства на морских путях, Безопасность плавания и требования конвекций ПДНВ, МАРПОЛ, СОЛАС, Гидрография, Технология перевозки грузов, Организация службы на судах, Гидрометеорологическое обеспечение судоходства, Обеспечение безопасности плавания
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Исследование аппаратов защиты, Исследование реле управления, Исследование электромагнитных контакторов, Изучение магнитных пускателей, Тиристорный электропривод постоянного тока, Исследование системы управления пуска асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором переключением обмоток статора со звезды на треугольник в функции времени, Исследования системы местного и дистанционного управления брашпилем с помощью коммандо-контроллера, Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором, Исследование двигателя постоянного тока, Исследование системы Генератор – Двигатель; Лабораторное оборудование: Привод брашпиля, Электродвигательные спарки; Учебно-наглядные пособия: Схема электрическая принципиальная рулевого электропривода буксира толкателя. Проект № 758, Схема электропривода рулевого устройства теплохода. Проект № 428
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные стенды: Исследование аппаратов защиты, Исследование реле управления, Исследование электромагнитных контакторов, Изучение магнитных пускателей, Тиристорный электропривод постоянного тока, Исследование системы управления пуска асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором переключением обмоток статора со звезды на треугольник в функции времени, Исследования системы местного и дистанционного управления брашпилем с помощью коммандо-контроллера, Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором, Исследование двигателя постоянного тока, Исследование системы Генератор – Двигатель; Лабораторное оборудование: Привод брашпиля, Электродвигательные спарки; Учебно-наглядные пособия: Схема электрическая принципиальная рулевого электропривода буксира толкателя. Проект № 758, Схема электропривода рулевого устройства теплохода. Проект № 428