

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.19.Системы автоматического управления

на 72 часа(ов), 2 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 15.03.05 – Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Профиль – Технология машиностроения (для набора 2016, 2017)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

подготовить студентов к возможности использования средств автоматизации управления устройствами и процессами, как при их проектировании, так и при реализации разных проектов

Задачи изучения дисциплины:

- познакомить обучающихся с принципами управления теплотехническими объектами, функциями и задачами автоматических и автоматизированных систем управления;
- дать информацию о свойствах объектов управления, методах математического описания динамических систем, алгоритмах управления, системах управления и методах их анализа и параметрического синтеза;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при выборе структуры автоматической системы управления, алгоритмов работы регуляторов, критериев качества управления

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина "Системы автоматического управления" входит в базовую часть блока дисциплин. САУ как наука базируется на представлениях и законах математики, поэтому для успешного изучения САУ студентами должны быть усвоены следующие разделы высшей математики: 1) дифференциальные уравнения; 2) математическая статистика; 3) теория вероятности; 4) системный анализ.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы), 72 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	7 семестр	
Общая трудоемкость		72
Аудиторные занятия, в т.ч.	36	36
лекционные (ЛК)	18	18
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
лабораторные (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0

Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		
--	--	--

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	5 семестр	
Общая трудоемкость		72
Аудиторные занятия, в т.ч.	8	8
лекционные (ЛК)	4	4
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
лабораторные (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-1	способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ПК-12	способностью выполнять работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа

ПК-18	способностью участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению
-------	--

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	Пороговый: В целом сформированные, но имеющие значительные пробелы знания в области: - структурных методов анализа базовых систем автоматизации; - методов анализа систем автоматического управления во временной и частотных областях; - методов синтеза линейных автоматических систем управления; - методов анализа и синтеза дискретных систем управления; - методов анализа нелинейных систем управления.
	Стандартный: Успешно сформированные знания в области: - структурных методов анализа базовых систем автоматизации; - методов анализа систем автоматического управления во временной и частотных областях; - методов синтеза линейных автоматических систем управления; - методов анализа и синтеза дискретных систем управления; - методов анализа нелинейных систем управления.
	Эталонный: Углубленные знания в области: - структурных методов анализа базовых систем автоматизации; - методов анализа систем автоматического управления во временной и частотных областях; - методов синтеза линейных автоматических систем управления; - методов анализа и синтеза дискретных систем управления; - методов анализа нелинейных систем управления.

Уметь	Пороговый: Фрагментарно применяемые умения: - оценивать статические и динамические характеристики линейных и нелинейных систем управления; - рассчитывать основные качественные показатели функционирования базовых систем автоматизации; - решать задачи параметрического синтеза типовых алгоритмов регулирования базовых систем автоматизации.
	Стандартный: В целом успешно применяемые умения: - оценивать статические и динамические характеристики линейных и нелинейных систем управления; - рассчитывать основные качественные показатели функционирования базовых систем автоматизации; - решать задачи параметрического синтеза типовых алгоритмов регулирования базовых систем автоматизации.
	Эталонный: Систематически применяемые умения: - оценивать статические и динамические характеристики линейных и нелинейных систем управления; - рассчитывать основные качественные показатели функционирования базовых систем автоматизации; - решать задачи параметрического синтеза типовых алгоритмов регулирования базовых систем автоматизации.
Владеть	Пороговый: Содержащее незначительные пробелы владение: - методами теории управления, применяемыми при исследовании и проектировании систем автоматизации в промышленности; - методами математического и имитационного моделирования при разработке и совершенствовании автоматических систем управления; - навыком работы с современными компьютерными средствами анализа и синтеза систем управления.
	Стандартный: В целом успешное, но содержащее пробелы владение: - методами теории управления, применяемыми при исследовании и проектировании систем автоматизации в промышленности; - методами математического и имитационного моделирования при разработке и совершенствовании автоматических систем управления; - навыком работы с современными компьютерными средствами анализа и синтеза систем управления.

	Эталонный: Успешное владение: - методами теории управления, применяемыми при исследовании и проектировании систем автоматизации в промышленности; - методами математического и имитационного моделирования при разработке и совершенствовании автоматических систем управления; - навыком работы с современными компьютерными средствами анализа и синтеза систем управления.
--	---

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Введение. Предмет. Основные понятия	10	2		2	6
2	1	Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция	14	4		4	6
3	1	Динамика линейных САР, их характеристики	10	2		2	6
4	1	Устойчивость линейных САР. Критерии	14	4		4	6
5	1	Качество линейных САР. Синтез	14	2		6	6
6	1	Нелинейные САР. Динамика. Критерии устойчивости	10	4			6
Итого			72	18	0	18	36

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Введение. Предмет. Основные понятия	14	2		2	10
2	1	Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция	14	2		2	10
3	1	Динамика линейных САР, их характеристики	10				10
4	1	Устойчивость линейных САР. Критерии	12				12
5	1	Качество линейных САР. Синтез	10				10

6	1	Нелинейные САР. Динамика. Критерии устойчивости	12				12
Итого			72	4	0	4	64

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Система автоматического регулирования (САР). Основные определения. Классификация САР по характеру изменения уставки. Принципы регулирования. Общая функциональная схема САР
2	1	Статические режимы САР. Статическая характеристика САР. Виды соединения звеньев САР. Определение коэффициента передачи для последовательно и параллельно соединённых звеньев. Зависимость выходного сигнала САР от величины входного сигнала и возмущающего воздействия в установившемся режиме. Статическая САР. Определение статизма системы. Астатическая САР. Уравнение движения линейной системы. Принцип линеаризации. Пример линеаризации уравнения движения генератора постоянного тока. Передаточная функция. Определение. Связь между уравнением движения и передаточной функцией. Способы определения передаточной функции. Структурный метод анализа САР. Звено направленного действия. Правила преобразования структурных схем
3	1	Обобщённая структурная схема системы в динамике. Связь между передаточной функцией замкнутой и разомкнутой системы. Комплексный коэффициент передачи (ККП). Определение. Связь между ККП и передаточной функцией. Амплитудно-частотные характеристики. Фазо-частотные характеристики. Амплитудно-фазовые частотные характеристики. Логарифмические характеристики
4	1	Устойчивость линейной САР. Необходимое условие устойчивости. Критерий Гурвица. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Пример. Способы построения годографа Михайлова. Следствия из критерия Михайлова Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии устойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии неустойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии нейтральна. Общая формулировка критерия Найквиста. Применение критерия Найквиста для логарифмических характеристик

5	1	Точность САР. Передаточная функция по ошибке. Статическая ошибка САР. Кинетическая ошибка в астатической САР (астатизм первого порядка). Динамическая ошибка. Максимальное значение динамической ошибки
6	1	Нелинейная система. Определение. Пример. Основные виды нелинейных характеристик. Принцип гармонической линеаризации. Гипотеза фильтра. Уравнение гармонического баланса. Эквивалентный комплексный коэффициент передачи Метод Гольдфарба для систем с однозначными нелинейностями. Метод Гольдфарба для систем с неоднозначными нелинейностями. Фазовая плоскость. Определение. Свойства фазовых траекторий. Способы построения фазовых траекторий (исключая метод изоклин). Метод изоклин

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Система автоматического регулирования (САР). Основные определения. Классификация САР по характеру изменения уставки. Принципы регулирования. Общая функциональная схема САР
2	1	Статические режимы САР. Статическая характеристика САР. Виды соединения звеньев САР. Определение коэффициента передачи для последовательно и параллельно соединённых звеньев. Зависимость выходного сигнала САР от величины входного сигнала и возмущающего воздействия в установившемся режиме. Статическая САР. Определение статизма системы. Астатическая САР.

3.3. Практические (семинарские) занятия

3.4. Лабораторные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
1	1	Введение. Техника безопасности. Ознакомление с лабораторными стендами

2	1	Изучение принципов работы стенда операционных усилителей Анализ статических режимов работы структур САР
3	1	Анализ и моделирование динамики типовых звеньев САР
4	1	Анализ и моделирование типовых структур замкнутых САР Анализ и моделирование типовых структур замкнутых САР
5	1	Моделирование типовых структур замкнутых САР с заданным типом коррекции Моделирование типовых структур замкнутых САР с заданным типом коррекции Моделирование следящей САР с заданным качеством

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
1	1	Введение. Техника безопасности. Ознакомление с лабораторными стендами
2	1	Изучение принципов работы стенда операционных усилителей

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Классификация и идентификация элементов САР	составление конспекта
2	1	Аналитический расчёт, упрощение структурных схем с использованием правил преобразования	составление конспекта

3	1	Построение асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ). Переходная характеристика. Связь между переходной характеристикой и передаточной функцией. Частный случай теоремы разложения. Отсутствуют кратные и нулевые корни. Частный случай теоремы разложения. Существует один нулевой корень. Типовые звенья линейных САР. Инерционное звено, его характеристики. Интегрирующее звено, его характеристики. Реальное дифференцирующее звено, его характеристики. Упругое дифференцирующее звено, его характеристики. Упругое интегрирующее звено, его характеристики. Минимально-фазовые системы, их свойства. Теорема Боде. Применение теоремы для построения полу бесконечной ЛАЧХ. Построение логарифмической фазо-частотной характеристики (ЛФЧХ) по известной ЛАЧХ минимально-фазовой системы	составление конспекта
4	1	Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии устойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии неустойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии нейтральна. Общая формулировка критерия Найквиста. Применение критерия Найквиста для логарифмических характеристик	составление конспекта
5	1	Метод коэффициентов ошибки. Оценка качества системы по переходной характеристике. Интегральные оценки качества системы. Оценка качества системы по АЧХ замкнутой системы. Метод трапеций. Оценка качества САР по ЛАЧХ и ЛФЧХ. Последовательная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик. Параллельная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик	составление конспекта
6	1	Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости. Нелинейность – трёхпозиционное реле без гистерезиса. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости. Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом (пассивное и активное звено). Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости при введении отрицательной обратной связи по производной регулируемой величины. Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом	составление конспекта

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
--------	---------------	---	-----------------------------

1	1	Классификация и идентификация элементов САР	Выполнение конспектов
2	1	Уравнение движения линейной системы. Принцип линеаризации. Пример линеаризации уравнения движения генератора постоянного тока. Передаточная функция. Определение. Связь между уравнением движения и передаточной функцией. Способы определения передаточной функции. Структурный метод анализа САР. Звено направленного действия. Правила преобразования структурных схем	Выполнение конспектов
		Аналитический расчёт, упрощение структурных схем с использованием правил преобразования	Выполнение конспектов
3	1	Построение асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ). Переходная характеристика. Связь между переходной характеристикой и передаточной функцией. Частный случай теоремы разложения. Отсутствуют кратные и нулевые корни. Частный случай теоремы разложения. Существует один нулевой корень. Типовые звенья линейных САР. Инерционное звено, его характеристики. Интегрирующее звено, его характеристики. Реальное дифференцирующее звено, его характеристики. Упругое дифференцирующее звено, его характеристики. Упругое интегрирующее звено, его характеристики. Минимально-фазовые системы, их свойства. Теорема Боде. Применение теоремы для построения полу бесконечной ЛАЧХ. Построение логарифмической фазо-частотной характеристики (ЛФЧХ) по известной ЛАЧХ минимально-фазовой системы	Выполнение конспектов
4	1	Устойчивость линейной САР. Необходимое условие устойчивости. Критерий Гурвица. Пример. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Пример. Способы построения годографа Михайлова. Следствия из критерия Михайлова	Выполнение конспектов
		Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии устойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии неустойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии нейтральна. Общая формулировка критерия Найквиста. Применение критерия Найквиста для логарифмических характеристик. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии устойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии неустойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии нейтральна. Общая формулировка критерия Найквиста. Применение критерия Найквиста для логарифмических характеристик	Выполнение конспектов

5	1	Точность САР. Передаточная функция по ошибке. Статическая ошибка САР. Кинетическая ошибка в астатической САР (астатизм первого порядка). Динамическая ошибка. Максимальное значение динамической ошибки	Выполнение конспектов
		Метод коэффициентов ошибки. Оценка качества системы по переходной характеристике. Интегральные оценки качества системы. Оценка качества системы по АЧХ замкнутой системы. Метод трапеций. Оценка качества САР по ЛАЧХ и ЛФЧХ. Последовательная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик. Параллельная коррекция САР с помощью логарифмических характеристик	Выполнение конспектов
6	1	Нелинейная система. Определение. Пример. Основные виды нелинейных характеристик. Принцип гармонической линеаризации. Гипотеза фильтра. Уравнение гармонического баланса. Эквивалентный комплексный коэффициент передачи	Выполнение конспектов
		Метод Гольдфарба для систем с однозначными нелинейностями. Метод Гольдфарба для систем с неоднозначными нелинейностями. Фазовая плоскость. Определение. Свойства фазовых траекторий. Способы построения фазовых траекторий (исключая метод изоклин). Метод изоклин	Выполнение конспектов
		Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости. Нелинейность – трёхпозиционное реле без гистерезиса. Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости. Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом (пассивное и активное звено). Исследование нелинейной системы с помощью фазовой плоскости при введении отрицательной обратной связи по производной регулируемой величины. Нелинейность – трёхпозиционное реле с гистерезисом	Выполнение конспектов

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1	лекция	- интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	2
2	1	лекция	- интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	4

3	1	лекция	- интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	2
4	1	лекция	- интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	4
5	1	лекция	- интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	2
6	1	лекция	- интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	4

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

Фонд оценочных средств

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

1. Лукас В.А. Теория автоматического управления : учебник для вузов /В.А. Лукас. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Недра, 1990. - 416с. : ил. - ISBN 5-247-01027-2 :
2. Благовещенский В.С. Цифровая техника и ее практические приложения / В.С. Благовещенский. - Чита : РИК ЧитГУ, 2010. - 203 с. - ISBN 978-5-9293-0484-2 :
3. Благовещенский, В.С. Элементы и подсистемы АСУТП / В. С. Благовещенский, Л. С. Прищепа. - Томск: : Изд-во Томск.ун-та, 1987. - 192 с. : ил. - 1-80.

6.1.2. Издания из ЭБС

1. Петраков, Ю.В. Теория автоматического управления технологическими системами / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев; Петраков Ю.В.; Драчев О.И. - Moscow : Машиностроение, 2008. - . - Теория автоматического управления технологическими системами [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов / Петраков Ю.В., Драчев О.И. - М.: Машиностроение, 2008. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217033911.html>. - ISBN 978-5-217-03391-1.

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

1. Управление и измерения в больших и малых системах : моногр. / В.С. Благовещенский. - Чита : ЧитГУ, 2007. - 213 с. + эл. версия.
2. Благовещенский В.С. Средства преобразования и передачи информации /В.С. Благовещенский, Ю.Н. Давыдов; под ред. И.Н. Пустынского. - Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1986. - 152с. :
3. Благовещенский В.С. Полупроводниковые приборы: измерение параметров, испытания : моногр. / В.С. Благовещенский. - Чита : ЧитГУ, 2008. - 162 с.

6.2.2. Издания из ЭБС

1. Теория систем управления [Электронный ресурс] / Певзнер Л.Д. - Москва: Издательство Московского государственного горного университета, 2002. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741800769.html>

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ЭБС «Троицкий мост»; Договор № 223 П/17-121 от 02.05.2017г. www.trmost.ru
ЭБС «Лань»; Договор № 223/17-28 от 31.03.2017г. www.e.lanbook.ru
ЭБС «Юрайт»; Договор № 223/17-27 от 31.03.2017г. www.biblio-online.ru
ЭБС «Консультант студента»; Договор № 223/17-12 от 28.02.2017г. www.studentlibrary.ru

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МераПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Адрес: ул. Баргузинская, 49, корп. 1, 03-209

Лаборатория автоматизации.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная учебная мебель, Системный блок Celeron 733/128/20Gb, Монитор Samtron 56E, Стенд лабораторный на основе программируемого реле, Осциллограф с 1-55, Генератор сигналов.

Адрес: ул. Баргузинская, 49, корп. 1, 03-103 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная учебная мебель, Материально техническое оснащение аудитории (не закрепленное за конкретной учебной аудиторией)

- комплект мобильного оборудования, который организован в виде мобильного передвижного многофункционального комплекса (устанавливается в аудитории по заявке преподавателя): ноутбук, мультимедийный проектор, экран и др.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Разработчик/группа разработчиков: Благовещенский Владимир Сергеевич, профессор кафедры ЭиЭТ

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2018 г. № 1)**