



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

**Горно-нефтяной факультет
Кафедра горной электромеханики**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Горной
электромеханики

 Г.Д. Трифанов

Протокол заседания кафедры № 19

«15» июня 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория автоматического управления»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
(новая редакция)

Основная образовательная программа подготовки специалистов

Специальность **21.05.04. «Горное дело»**

Специализация **Электрификация и автоматизация горного про-
изводства**

Квалификация выпускника: **Горный инженер (специалист)**

Выпускающая кафедра: **Горная электромеханика**

Форма обучения: **очная**

Курс: 3,4 Семестр(ы): 6,7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 11 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 396 ч

Виды контроля:

Экзамен: - 7 сем. Зачёт: - 6 сем. Курсовая работа: - 7 сем

Пермь 2017


Учебно - методический комплекс дисциплины «Теория автоматического управления» разработан на основании:


- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации « 06 » марта 2015 г., номер приказа « 161 » по направлению **21.05.04** «Горное дело» (уровень специалитета).

- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению **21.05.04** «Горное дело» (уровень специалитета) /специализация «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённой « 29 » 03 2017 г.;

- базового учебного плана очной формы обучения, утверждённого 27 октября 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Информатика», «Физические основы электроники», «Электротехника», «Электрические машины», «Теория электропривода», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик: канд. техн. наук, доц.  С.В. Нусс

Рецензент: канд. техн. наук, доц.  Р.А. Сажин

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – освоение фундаментальных принципов управления и формирование навыков современного проектирования систем автоматического управления техническими объектами.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- готовность принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством (ПК-8);
- способность и готовность создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций. (ПСК-10-1);
- способность и готовность создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в т. ч. закрытого и рудничного взрывозащищенного исполнения, и их систем управления (ПСК-10-3).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- изучение структуры систем управления технологическими процессами, методов проектирования систем автоматического управления;
- формирование умения моделирования объектов управления, разрабатывать структурные схемы по известным моделям объектов;
- формирование навыков исследования статических и динамических режимов, обработки и представления результатов исследований.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные принципы управления техническими объектами;
- статические и динамические характеристики объектов управления;
- математическое описание элементов и систем управления;
- методы анализа и синтеза линейных непрерывных систем управления;
- методы анализа и синтеза нелинейных систем управления;
- методы анализа и синтеза дискретных систем управления;
- методы исследования оптимальных и адаптивных систем управления.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства» относится к базовой части профессионального цикла специальности «Горное дело» по специализации «Электрификация и автоматизация горного производства» и является *обязательной* дисциплиной.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в п. 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

знать:

- принципы управления в системах автоматического управления техническими объектами;
- методы математического описания элементов систем автоматического управления;
- аппаратные средства и элементы структуры автоматических систем;
- методы исследования систем автоматического управления объектами предприятий горного производства;
- методы построения оптимальных и адаптивных систем управления;
- методы построения систем управления горнодобывающим оборудованием с различ-

ными типами регуляторов;

уметь:

- использовать физические основы электроники для построения систем управления электроприводами горнодобывающего оборудования;
- проводить исследование систем автоматического управления техническими объектами с помощью прикладных программных средств;
- проводить математическое моделирование систем управления;
- проводить синтез систем с заданными динамическими свойствами;
- анализировать устойчивость и качество систем управления;
- формировать структуры проектируемых систем автоматизации;

владеть:

- навыками выбора элементов систем управления, в т. ч. по критерию безопасной эксплуатации электрооборудования в условиях горных предприятий;
- навыками расчета статических и динамических характеристик систем управления;
- навыками синтеза систем автоматического управления современными методами;
- навыками анализа устойчивости и качества систем управления;
- навыками синтеза регуляторов систем автоматического управления;
- опытом практической работы в интерактивных средах проектирования систем.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессиональные компетенции			
ПК-8	Готовность принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством	Математика Информатика Электротехника	Автоматизированные системы управления горным производством
ПСК-10-1	Способность и готовность создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных	Физические основы электроники Электротехника	Основы электро-снабжения Автоматизированный электропривод оборудования горного производства
ПСК-10-3	способность и готовность создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электро-приводы, преобразовательные устройства, в т. ч. закрытого и рудничного взрывозащищенного исполнения	Физические основы электроники Электротехника Электрические машины	Электрические машины Теория электропривода Электроснабжение горных предприятий

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-8, ПСК-10-1 и ПСК-10-3.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-8, ПСК-10-1 и ПСК-10-4

Формулировка компетенций	
Код ПК-8	готовность принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством.
Код ПСК-10-1	способность и готовность создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций.
Код ПСК-10-3	способность и готовность создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электро-приводы, преобразовательные устройства, в т. ч. закрытого и рудничного взрыво-защищенного исполнения
Формулировка дисциплинарной части компетенций	
Код ПК-8-1	готовность и способность к участию в создании и внедрении систем автоматического управления техническими объектами
Код ПСК-10-1-1	способность и готовность создавать и эксплуатировать автоматизированные системы управления объектами предприятий горного производства
Код ПСК-10-3-1	способность и готовность создавать и эксплуатировать системы автоматизированного электропривода горнодобывающего оборудования

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенций студент знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы управления в системах автоматического управления техническими объектами; – методы математического описания элементов систем автоматического управления; – методы исследования систем автоматического управления объектами предприятий горного производства; – принципы построения оптимальных и адаптивных систем управления; – математические модели и характеристики систем автоматического управления; - методы построения систем управления горнодобывающим оборудованием с различными типами регуляторов; 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Контрольные вопросы для текущего и рубежного контроля.</p>

<p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить исследование систем автоматического управления техническими объектами с помощью прикладных программных средств; - проводить математическое моделирование характеристик систем управления; – анализировать устойчивость и качество систем управления; – формировать структуры проектируемых систем автоматизации; – использовать физические основы электроники для построения систем управления электроприводами горных машин и механизмов; – проводить синтез систем с заданными динамическими свойствами; 	<p>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам)</p>	<p>Задания к практическим занятиям. Отчет по лабораторным работам. Индивидуальные задания.</p>
<p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета статических и динамических характеристик систем управления; - навыками синтеза регуляторов систем автоматического управления; – навыками анализа устойчивости и качества систем управления; – навыками синтеза систем автоматического управления современными методами; – навыками выбора элементов систем управления, в том числе по критерию безопасной эксплуатации электрооборудования в условиях горных предприятий; – опытом практической работы в интерактивных средах проектирования систем. 	<p>Курсовое проектирование. Самостоятельная работа по подготовке к зачёту, экзамену.</p>	<p>Отчет. Вопросы к зачёту. Индивидуальные задания.</p>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3	4	5
1	Аудиторная работа	68	68	136
	- в том числе в интерактивной форме	14	14	28
	- лекции (Л)	32	32	64
	- в том числе в интерактивной форме	6	6	12
	- практические занятия (ПЗ)	18	18	36
	- в том числе в интерактивной форме	4	4	8
	- лабораторные работы (ЛР)	18	18	36
	- в том числе в интерактивной форме	4	4	8
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	8
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	144	216
	- изучение теоретического материала	31	50	81
	- курсовая работа	-	18	18
	- реферат	-	8	8
	- подготовка к практическим занятиям	9	12	23

	- подготовка к лабораторным занятиям	8	14	22
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	18	22	40
	- подготовка к работе в среде MatLab	2	12	14
	- индивидуальные задания	4	8	12
4	Итоговая аттестация по дисциплине:	зачет	экзамен	0 / 36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах в зачётных единицах (ЗЕ)	144 4 з.е.	216 +36 7 з.е.	396 11 з.е.

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисци- плины	Количество часов (очная форма обучения)					СРС	КСР	Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа								
			всего	Л	ПЗ	ЛР	Ито- го- вый кон- троль				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	1	1							1
		1	2	1	1			1			3
		2	2	1	1			1			3
	2	3	4	2	2			4			8
		4	10	2	4	4		6	1		17
		5	4	2	2			2			6
		6	2		2			22	1		25
Всего по модулю:			25	9	12	4		36	2	63	
2	3	7	2	2			2			4	
		8	11	5	2	4		8		20	
	4	9	2	2				4		6	
		10	10	4	2	4		8		18	
	5	11	18	10	2	6		14	1	33	
Всего по модулю:			43	23	6	14		36	2	81	
3	6	12	2	2			10			12	
		13	4	2	2			10		14	
	7	14	2	2				8		10	
		15	4	2	2			12		16	
		16	8	2	2	4		12		20	
		17	8	2	2	4		14	1	23	
Всего по модулю:			28	12	8	8		66	1	95	
4	8	18	4	2	2		10			14	
		19	12	4	4	4		12		24	
		20	12	6	2	4		16	1	29	
	Всего по модулю:			28	12	8	8		38	1	67
5	9	21	4	2		2	14		18		

	22	2	2			10		12
10	23	5	3	2		16	2	25
Всего по модулю:	11	7	2	2		40	2	53
Заключение		1	1					1
Итоговая аттестация						36		36
Итого:	136	64	36	36	36	216	8	396/ 11з.е.

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение.

Л - 1 ч.

Цели, задачи и содержание дисциплины «Теория автоматического управления» (ТАУ). Краткий исторический путь развития теории управления как науки. Роль теории управления в формировании современного инженера.

Модуль 1. Математическое описание объектов и систем автоматического управления.

Раздел 1. Основные понятия и определения теории автоматического управления.

Л – 2 ч. ПЗ – 2 ч. СРС – 2 ч.

Тема 1. Основные понятия и определения.

Понятия автоматического регулирования, автоматического управления и автоматизированного управления. Основные термины и определения в ТАУ: объект управления, регулятор, система автоматического управления (САУ), динамическое звено, функциональная схема САУ; воздействия: задающие, управляющие, возмущающие; управляемая переменная; ошибка управления; статические и динамические режимы САУ; принципы управления: системы с разомкнутым и замкнутым принципом управления. Примеры технических, экономических, организационных и др. объектов управления.

Тема 2. Классификация объектов и систем автоматического управления.

Виды объектов управления: с самовыравниванием и без самовыравнивания, с запаздыванием; стационарные и нестационарные; объекты с сосредоточенными и распределенными параметрами.

Типовая структура САУ и ее основные элементы (объект управления, чувствительный элемент, устройство управления, элемент сравнения, регулирующий орган). Виды обратных связей: жесткие, гибкие, отрицательные и положительные.

Классификация систем автоматического управления:

- по характеру динамических процессов: линейные и нелинейные; непрерывные и дискретные; детерминированные и стохастические;
- по используемому фундаментальному принципу управления: по отклонению, по возмущению, с комбинированным принципом управления;
- по назначению: системы стабилизации, следящие системы, системы программного управления, оптимальные и адаптивные системы;
- по свойствам в стационарном режиме: статические и астатические;
- по числу контуров и регулируемых переменных: одноконтурные и многоконтурные; одномерные и многомерные;
- по источнику энергии для приведения в действие исполнительного механизма: системы прямого и непрямого регулирования.

Раздел 2. Математические модели линейных непрерывных систем автоматического управления.

Л - 6 ч. ПЗ – 10 ч. ЛР – 4 ч. СРС – 34 ч.

Тема 3. Классическое математическое описание САУ.

Методы математического моделирования звеньев и САУ. Описание динамики и статики процессов. Линейные непрерывные модели. Модели вход-выход. Дифференциальные уравнения и их линеаризация. Виды типовых входных сигналов. Динамические временные характеристики: переходная и импульсная характеристики. Преобразование Лапласа. Понятие передаточной функции. Частотные характеристики: амплитудно-фазовая характеристика (АФХ), амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), фазо-частотная характеристика (ФЧХ), логарифмические амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики (ЛАЧХ, ЛФЧХ). Физический смысл частотных характеристик.

Тема 4. Типовые динамические звенья САУ.

Типовые динамические звенья, их временные и частотные характеристики:

- статические звенья нулевого, первого и второго порядков: безынерционное, апериодическое, колебательное;
- дифференцирующие звенья: идеальное, реальное, форсирующее;
- интегрирующие звенья: идеальное, реальное;

Понятие о минимально-фазовых звеньях. Звено чистого запаздывания.

Тема 5. Структурные схемы САУ.

Понятие структурной схемы САУ. Расчет передаточной функции при различном соединении звеньев (последовательном, параллельном, с обратными связями). Правила преобразования структурных схем. Понятие о графах. Представление САУ в виде ориентированного графа. Определение передаточных функций по формуле Мейсона. Построение частотных характеристик разомкнутых и замкнутых САУ. Номограммы замыкания.

Тема 6. Метод пространства состояния.

Особенности исследования многомерных систем. Понятие управляемости и наблюдаемости многомерных систем. Критерии управляемости и наблюдаемости. Метод пространства состояния как современный метод описания многомерных САУ. Основные понятия пространства состояния. Модели вход-состояние-выход. Понятие схемы переменных состояния. Метод прямого, параллельного и последовательного программирования для составления схем переменных состояния. Описание САУ методом пространства состояния. Понятие матрицы перехода. Способы получения матрицы перехода. Передаточная матрица перехода. Преобразования форм представления моделей. Применение метода пространства состояния для цифрового моделирования САУ.

Модуль 2. Методы исследования и проектирования линейных систем автоматического управления.

Раздел 3. Методы анализа устойчивости линейных систем автоматического управления.

Л – 7 ч. ПЗ – 2 ч. ЛР – 4 ч. СРС – 10 ч.

Тема 7. Основные понятия теории устойчивости.

Анализ основных свойств линейных САУ. Определение понятия «устойчивости» динамических систем. Свободная и вынужденная составляющая переходного процесса в САУ. Характеристическое уравнение САУ. Устойчивость САУ по Ляпунову. Связь корней характеристического уравнения с устойчивостью. Теорема Ляпунова.

Тема 8. Критерии устойчивости.

Понятие критерия устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Гурвица и Рауса. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерии устойчивости Михайлова, Найквиста. Логарифмический критерий устойчивости. Устойчивость САУ, содержащих неминимально-фазовое звено. Запасы устойчивости по модулю и фазе. Выделение областей устойчивости. Понятие структурно-устойчивых и структурно-неустойчивых систем.

Раздел 4. Методы исследования качества линейных систем автоматического управления.

Л – 6 ч. ПЗ – 2 ч. ЛР – 4 ч. СРС – 12 ч.

Тема 9. Исследование качества САУ.

Понятие качества управления в установившемся и переходном режимах линейных САУ. Основные показатели качества переходных процессов: точность управления, время переходного процесса, перерегулирование. Точность статических и астатических САУ при различных входных воздействиях. Коэффициенты ошибок. Прямые методы оценки качества САУ: методы решения дифференциальных уравнений; операторный метод, метод цифрового и аналогового моделирования. Понятие чувствительности систем к изменению параметров.

Тема 10. Косвенные методы определения качества САУ.

Особенности косвенных методов оценки качества регулирования. Корневой метод. Диаграмма Вышнеградского. Частотный метод оценки качества. Преобразование Фурье как основа частотного метода. Понятие обобщенной вещественной частотной характеристики. Применение частотного метода для построения переходных процессов по вещественной частотной характеристике. Косвенная оценка показателей качества регулирования по виду вещественной частотной характеристики. Интегральные методы оценки качества САУ.

Раздел 5. Основные методы проектирования линейных систем автоматического управления.

Л – 10 ч. ПЗ – 2 ч. ЛР - 6 ч. СРС – 14 ч.

Тема 11. Методы синтеза линейных САУ с заданными показателями качества.

Постановка задачи синтеза САУ. Критерии качества и задачи выбора структуры и параметров САУ. Коррекция динамики переходных процессов с помощью обратных связей и корректирующих устройств. Частотный метод синтеза по желаемым частотным характеристикам. Построение желаемой ЛАЧХ минимально-фазовой САУ. Коррекция систем с помощью последовательного, параллельного и встречно-параллельного (обратная связь) корректирующего устройства. Реализация корректирующих устройств с расчетными частотными характеристиками.

Аналитические методы синтеза методами структурно-параметрической оптимизации. Выбор желаемой передаточной функции объекта: по нормированной переходной функции (фильтр Баттерворта), по интегральной взвешенной оценке ошибки.

Порядок синтеза САУ применением метода корневого годографа.

Типовые законы регулирования: П, И, Д, ПИ, ПД и ПИД. достоинства и недостатки типовых регуляторов. Особенности синтеза САУ электромеханических систем. Метод подчиненного регулирования. Оптимизация контуров регулирования на «технический» и «симметричный» оптимум. Особенности синтеза САУ по возмущению. Комбинированное управление. Основное назначение и расчет предшествующего фильтра. Принципы построения инвариантных САУ. Критерий абсолютной инвариантности. Условия инвариантности по управляющему и возмущающему воздействию.

Модуль 3. Методы исследования линейных стохастических и нелинейных САУ.

Раздел 6. Исследование САУ при случайных воздействиях.

Л – 4 ч. ПЗ – 2 ч. СРС – 20 ч.

Тема 12. Характеристики случайных сигналов и процессов.

Основные вероятностные характеристики случайных процессов. Стационарные случайные процессы. Гипотеза об эргодичности. Марковские случайные процессы. Корреляционные функции и их свойства. Спектральная плотность и ее свойства. Вероятностные характеристики взаимосвязанных случайных процессов.

Тема 13. Методы анализа и синтеза линейных стохастических систем.

Прохождение стационарного случайного сигнала через линейные звенья. Преобразование стационарного случайного сигнала линейной системой во временной и частотной областях. Анализ и синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях. Вычисление и минимизация дисперсии сигнала ошибки замкнутой системы. Синтез линейных САУ по минимуму среднеквадратичного отклонения.

Раздел 7. Методы исследования нелинейных систем автоматического управления.

Л – 8 ч. ПЗ – 6 ч. ЛР – 8 ч. СРС – 46 ч.

Тема 14. Особенности нелинейных систем управления.

Описание нелинейных систем. Нелинейные модели. Модели нелинейных систем в форме Коши. Условия линеаризации нелинейных систем. Применение численных методов исследования нелинейных САУ. Классификация нелинейных САУ. Правила преобразования структурных схем нелинейных САУ.

Тема 15. Методы исследования нелинейных систем.

Задачи исследования нелинейных систем. Анализ состояния равновесия. Метод фазовых траекторий для исследования нелинейных систем. Свойства фазовой плоскости. Многолистные фазовые плоскости. Анализ динамических режимов нелинейных систем на фазовой плоскости. Метод гармонической линеаризации. Применение метода гармонической линеаризации для определения параметров автоколебаний в нелинейной САУ. Критерий Гольдфарба. Метод припасовывания.

Тема 16. Устойчивость нелинейных систем автоматического управления.

Особенности устойчивости движения динамических нелинейных систем автоматического управления. Понятие абсолютной устойчивости, устойчивости в малом, устойчивости в большом, режима автоколебаний. Устойчивость положений равновесия по первому и второму методам Ляпунова. Применение приближенных методов для определения устойчивости нелинейных САУ. Исследование периодических режимов методом гармонического баланса. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Критерий Попова для определения абсолютной устойчивости нелинейных САУ.

Тема 17. Методы синтеза нелинейных систем автоматического управления.

Особенности синтеза нелинейных систем. Метод компенсации нелинейных характеристик. Влияние гибких обратных связей. Частотный метод синтеза нелинейных систем автоматического управления. Особенности синтеза релейных САУ. Связь показателей качества релейных следящих систем с их фазовыми траекториями. Скользящие режимы. Применение вычислительных средств для проектирования нелинейных САУ.

Модуль 4. Дискретные системы автоматического управления.

Раздел 8. Методы исследования дискретных систем автоматического управления.

Л – 12 ч. ПЗ – 8 ч. ЛР – 8 ч. СРС – 38 ч.

Тема 18. Методы описания дискретных сигналов и систем.

Классификация дискретных систем автоматического управления. Способы квантования непрерывных сигналов. Импульсные, релейные и цифровые САУ. Импульсный элемент. Теорема Котельникова-Шеннона для определения шага квантования. Математическое описание дискретных сигналов: разностные уравнения, решетчатые функции. Понятие дискретного преобразования Лапласа. Z- преобразование. Основные теоремы Z- преобразования. Линейные дискретные модели систем автоматического управления. Понятие дискретной передаточной функции (ДПФ). Прямые методы расчета ДПФ. Приближенные методы расчета ДПФ. Понятие фиксирующего элемента. Математическое описание фиксатора. Структурные схемы дискретных САУ и способы их преобразования. Применение метода пространства состояния для описания дискретных и дискретно-непрерывных САУ.

Тема 19. Устойчивость дискретных систем.

Анализ устойчивости дискретных САУ. Геометрическая интерпретация устойчивости дискретных систем. Критерий Шур-Кона. Применение критериев Гурвица, Михайлова и Найквиста для анализа устойчивости дискретных САУ.

Тема 20. Методы синтеза дискретных систем автоматического управления.

Структурная и функциональная схемы цифровых САУ. Определение показателей качества в дискретных САУ. Особенности синтеза цифровых САУ. Цифровой регулятор, оптимальный по быстродействию. Синтез аperiodического цифрового регулятора. Особенности синтеза стохастических цифровых САУ.

Модуль 5. Основы методов построения современных систем автоматического управления.

Раздел 9. Оптимальные и адаптивные системы автоматического управления.

Л – 4 ч. ЛР – 2 ч. СРС – 24 ч.

Тема 21. Оптимальные системы автоматического управления.

Общая характеристика и классификация оптимального управления. Задача оптимального управления. Понятия критерия оптимальности. Методы оптимального управления: вариационное исчисление, принцип максимума Понтрягина и динамическое программирование. Системы, оптимальные по быстродействию. Системы, оптимальные по критериям расхода ресурсов и расхода энергии. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.

Тема 22. Адаптивные системы автоматического управления.

Робастные системы и адаптивное управление. Адаптивные САУ. Классификация адаптивных САУ. Поискные адаптивные САУ. Методы Гаусса-Зейделя, наискорейшего спуска - как основа алгоритма адаптации в поисковых системах. Беспоскоковые адаптивные системы.

Раздел 10. Современные методы описания объектов и систем автоматического управления.

Л – 3 ч. ПЗ – 2 ч. СРС – 16 ч.

Тема 23. Методы идентификации систем и объектов управления.

Постановка задачи идентификации как обратной задачи теории автоматического управления. Понятие идентифицируемости САУ. Понятия структурной и параметрической идентификации. Методы решения задачи структурной идентификации. Основные схемы реализации параметрической идентификации. Линейный регрессионный анализ как основа методов параметрической идентификации. Линейный регрессионный анализ для одномерных и многомерных систем. Последовательный регрессионный анализ. Особенности идентификации нелинейных систем. Методы идентификации нелинейных систем: метод Винера, модель Гаммерштейна, двухэтапная процедура идентификации нелинейных систем. Методы совместного оценивания параметров и состояний. Применение методов идентификации в адаптивных системах.

Современные тенденции в теории автоматического управления. Принципы описания объектов и систем автоматического управления на основе теории нечетких множеств и нечеткой логики. Применение теории нейронных сетей в исследовании систем автоматического управления.

Заключение.

Л – 1 ч.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1	Основные понятия и определения, применяемые в теории автоматического управления. Фундаментальные принципы управления.
2	2	Классификация систем автоматического управления по различным признакам.
3	3	Динамические характеристики элементов и систем управления объектами

4	4	Частотные характеристики типовых динамических звеньев.
5	5	Построение частотных характеристик звеньев и систем управления технологическими объектами по структурным схемам.
6	6	Решение дифференциальных уравнений систем путём перехода к модели в пространстве состояний методами прямого, последовательного и параллельного программирования.
7	8	Расчет критического коэффициента систем управления с использованием алгебраических и частотных критериев устойчивости.
8	10	Способы оценки показателей качества систем управления по вещественным частотным характеристикам.
9	11	Построение желаемых ЛЧХ по требуемым показателям качества систем управления.
10	13	Вычисление и минимизация дисперсии ошибки замкнутой системы.
11	15	Определение показателей качества нелинейных систем по их фазовым траекториям. Определение устойчивости и параметров автоколебаний методом гармонической линеаризации.
12	16	Применение критерия В.М.Попова для определения абсолютной устойчивости автоколебательных режимов нелинейных систем.
13	17	Синтез регулятора в нелинейной системе методом компенсации нелинейности статической характеристики.
14	18	Составление передаточной функции дискретной линейной системы и представление ее в форме разностного уравнения.
15	19	Определение устойчивости дискретной системы с использованием алгебраических критериев устойчивости.
16	20	Пример синтеза аperiodического цифрового регулятора системы управления.
17	23	Решение задачи параметрической идентификации объекта управления методом линейного регрессионного анализа.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	4	Экспериментальное исследование динамических характеристик типовых звеньев систем управления в интегрированной среде MatLab.
2	8	Экспериментальное исследование устойчивости линейных систем автоматического управления (САУ).
3	10	Исследование качества линейных САУ с помощью интегральных оценок. Оценка влияния возмущения на выходную функцию системы и оценка чувствительности системы к изменению параметров.
4	11	Синтез линейных стационарных САУ различными методами: <ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический метод синтеза ПИД-регулятора; 2. Синтез системы управления с аperiodической реакцией; 3. Синтез системы управления с гибкой обратной связью.

5	16	Исследование периодических режимов нелинейных систем методом гармонической линеаризации.
6	17	Исследование влияния гибких обратных связей на динамические свойства нелинейных систем.
7	19	Исследование устойчивости дискретных систем управления с использованием логарифмических псевдочастотных характеристик.
8	20	Исследование систем управления с различными схемами включения цифровых регуляторов с использованием программы MatLab.
9	21	Оптимальная настройка параметров ПИД-регулятора.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При проведении лекционных занятий предусмотрен интерактивный метод изложения лекционного материала в специализированном классе. При этом используется активный метод изложения материала, нацеленный на повышение эффективности его усвоения путем вовлечения студентов в процесс осмысления содержания лекционного материала. Для этой цели отдельные разделы лекционного материала излагаются в форме ответов студентов на поставленные преподавателем вопросы.

Практические знания студентов по дисциплине формируются на практических и лабораторных работах при освоении методического материала и в процессе самостоятельной работы над индивидуальным заданием, выданной студенту по тематике конкретной практической или лабораторной работы.

Практические работы выполняются с использованием ЭВМ и необходимого программного обеспечения. Лабораторные работы выполняются на учебных стендах, оснащенных современным микропроцессорным оборудованием. Оформление результатов этих работ так же предусматривается с применением ЭВМ.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоемкость, часов
1	2	3
1	Подготовка к работе в среде MatLab	2
2	Изучение теоретического материала	20
	Подготовка к практическим занятиям	4
	Подготовка к лабораторным занятиям	2
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	4
3	Выполнение индивидуального задания	4
	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к практическим занятиям	1
	Подготовка к лабораторным занятиям	2
4	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	4
	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка к лабораторным занятиям	2
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	4

5	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка к лабораторным занятиям	2
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	6
6	Изучение теоретического материала	6
	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка к лабораторным занятиям	4
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	4
	Выполнение курсовой работы	4
7	Изучение теоретического материала	14
	Подготовка к практическим занятиям	8
	Подготовка к лабораторным занятиям	8
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	8
	Выполнение индивидуального задания	4
	Выполнение курсовой работы	4
8	Изучение теоретического материала	10
	Подготовка к практическим занятиям, в т.ч. с применением MatLab	12
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	8
	Выполнение индивидуального задания	4
	Выполнение курсовой работы	4
9	Изучение теоретического материала	12
	Подготовка к лабораторным занятиям	2
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	2
	Выполнение курсовой работы	4
	Подготовка реферата	4
10	Изучение теоретического материала	8
	Подготовка к практическим занятиям	2
	Выполнение курсовой работы	2
	Подготовка реферата	4
Итого: в ч / в ЗЕ		216/6

Изучение теоретического материала

Тема 1. Изучение фундаментальных принципов управления

Тема 2. Стационарные и нестационарные системы автоматического управления.

Тема 3. Графический и аналитический способы линеаризации статических характеристик.

Тема 4. Временные и частотные характеристики минимально-фазовых динамических звеньев.

Тема 5. Построение частотных характеристик одноконтурных и многоконтурных систем САУ.

Тема 6. Особенности исследования многомерных систем. Понятие управляемости и наблюдаемости. Применение метода пространства состояния для описания многомерных систем автоматического управления. Основные понятия пространства состояния. Модели вход-состояние-выход. Методы программирования для составления схем переменных состояния. Способы получения матрицы перехода. Преобразования форм представления моделей.

Тема 7. Методы исследования устойчивости по Ляпунову.

Тема 8. Выделение областей устойчивости в плоскости параметров системы.

Тема 9. Чувствительность систем автоматического управления к изменению параметров.

Тема 10. Анализ качества САУ с использованием диаграммы Вышнеградского.

Тема 11. Синтез САУ применением метода корневого годографа.

Тема 12. Вероятностные характеристики случайных величин и процессов. Условие применения теоремы об эргодичности.

Тема 13. Синтез линейных САУ по минимуму дисперсии выходной переменной.

Тема 14. Условия линеаризуемости нелинейных систем.

Тема 15. Применение метода припасовывания для исследования нелинейных САУ.

Тема 16. Устойчивость состояния равновесия САУ по первому и второму методам Ляпунова.

Тема 17. Метод компенсации нелинейных характеристик при синтезе нелинейных САУ..

Тема 18. Понятие дискретного преобразования Лапласа. Z- преобразование. Основные теоремы Z- преобразования.

Тема 19. Построение псевдочастотных характеристик дискретных САУ.

Тема 20. Особенности синтеза стохастических цифровых САУ.

Тема 21. Понятие об аналитическом конструировании оптимальных регуляторов.

Тема 22. Робастные системы автоматического управления.

Тема 23. Методы идентификации нелинейных систем: метод Винера, модель Гаммерштейна, двухэтапная процедура идентификации нелинейных систем. Методы совместного оценивания параметров и состояний. Применение методов идентификации в адаптивных системах.

Курсовая работа

1. Синтез линейных непрерывных стационарных систем автоматического управления.

2. Синтез цифровых систем автоматического управление.

3. Синтез нелинейных систем автоматического управления.

Рефераты

Тема 22. Методы поиска экстремума в адаптивных системах управления.

Тема 23. Структурные и параметрические методы идентификации технологических объектов управления горного производства.

Расчетно-графические работы

не предусмотрены

5.2. Индивидуальные задания

Тема 5. Определение передаточных функций методом сигнальных графов.

Построение частотных характеристик многоконтурных систем по номограммам замыкания.

Тема 15. Аналитический способ определения параметров автоколебаний в нелинейной САУ.

Тема 17. Синтез регулятора нелинейной системы моделированием в среде MatLab.

Тема 18. Определение переходного процесса дискретной системы в форме разностного уравнения.

Вычисление переходной характеристики дискретной системы методом пространства состояний.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

опрос, экспресс-контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции;

оценка работы студента на лекционных и практических занятиях в рамках рейтинговой системы.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в соответствии с графиком учебного процесса в следующих формах:

- защита лабораторных работ;
- защита курсовой работы;
- защита индивидуальных заданий;
- оценка рефератов;
- рубежные контрольные работы.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

- Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и при выполнении заданий всех практических занятий, лабораторных работ, аудиторных занятий и самостоятельной работы.

- Зачёт с оценкой выставляется отдельно по результатам защиты курсовой работы.

2) Экзамен

- Экзамен по дисциплине проводится по билетам в устной форме. Билет содержит два теоретических вопроса.

- Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежной аттестации.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные вопросы к зачету и для включения в экзаменационные билеты, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав УМКД на правах отдельного документа.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					Зачёт (экзамен)
	ТК	РК	КР	ГР (КР)	ЛР	
В результате освоения дисциплины студент знает:						
- принципы управления в САУ техническими объектами;	+					+
- методы математического описания элементов систем автоматического управления;	+					+
- аппаратные средства и элементы структуры автоматиче-						

ских систем;	+					+
- методы исследования систем автоматического управления объектами предприятий горного производства;	+					+
- методы построения оптимальных и адаптивных систем управления;	+					+
- методы построения систем управления горнодобывающим оборудованием с различными типами регуляторов;	+					+
умеет:						
- использовать физические основы электроники для построения систем управления электроприводами горнодобывающего оборудования;			+	+		
- проводить исследование САУ техническими объектами с помощью прикладных программных средств;			+	+		
- проводить математическое моделирование систем управления;			+	+		
- проводить синтез систем с заданными динамическими свойствами;			+	+		
- анализировать устойчивость и качество систем управления;			+	+		
- формировать структуры проектируемых систем автоматизации;			+	+		
владеет:						
- навыками выбора элементов систем управления, в т. ч. по критерию безопасной эксплуатации электрооборудования в условиях горных предприятий;				+	+	
- навыками расчета статических и динамических характеристик систем управления;				+	+	
- навыками синтеза систем автоматического управления современными методами;				+	+	
- навыками анализа устойчивости и качества систем управления;				+	+	
- навыками синтеза регуляторов САУ;				+	+	
- опытом практической работы в интерактивных средах проектирования систем.				+	+	

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

С2.Б09 Теория автоматического управления	Математический и естественнонаучный			
(индекс и полное название дисциплины)	(цикл дисциплины)			
<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	обязательная по выбору студента	
<input type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/>		
130400.65	Горное дело, специализация «электрификация и автоматизация горного производства»			
(код специальности)	(полное название направления подготовки / специальности)			
ЭАГП	Уровень подготовки:	<input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения:	<input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
(аббревиатура направления / специальности)				
2011 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестры: <u>6,7</u>	Количество групп: <u>1</u>		
		Количество студентов: <u>25</u>		
<u>Нусс С.В.</u> (фамилия, инициалы преподавателя)		<u>доцент</u> (должность)		
<u>Горно-нефтяной факультет</u> (факультет)				
<u>кафедра ГЭМ</u> (кафедра)		<u>2-198-788</u> (контактная информация)		

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления: Учебник – СПб: Изд-во «Профессия», 2003-752 с.	135+52
2	Лукас В.А. Теория управления техническими системами: Учебник-Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005-677 с.	50
3	Р. Дорф, Р. Бишоп Современные системы управления: Учеб. для вузов – Изд-во «Лаборатория базовых знаний», М.: 2004 – 832 с.	116 2012-3
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	А.Д. Динкель, А.Е. Кокорин Теория автоматического управления: Учебное пособие. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2004 - 223 с.	80
2	Васильев Е.М., Коломыцев В.Г. Теория автоматического управления. Нелинейные системы: Учебное пособие – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011-115с .	50
3	Васильев Е.М., Коломыцев В.Г. Теория автоматического управления. Дискретные системы: Учебное пособие – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012-152с .	30
4	Линейные системы автоматического управления: метод. указания к выполнению лаб. работ/сост.Н.В.Андриевская и др. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 75 с.	25 на каф.
5	Анализ и синтез САУ методами пространства состояний. Нелинейные, импульсные и оптимальные системы автоматического управления: метод. указания к выполнению лаб. работ/сост.Н.В.Андриевская и др. – Пермь:Изд-во Перм.гос.техн.ун-та, 2009. – 74 с.	25 на каф.
2.3. Электронные информационно-образовательные ресурсы.		
Электронно-библиотечные ресурсы		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. — Электрон. дан. (1 912 записей). — Пермь, 2014- . — Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . — Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: http://journals.cambridge.org/ . – Загл. с экрана. 11.	

Основные данные об обеспеченности на _____
(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

Основная литература

обеспечена

не обеспечена

Дополнительная литература

обеспечена

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на

(дата контроля литературы)

Основная литература

обеспечена

не обеспечена

Дополнительная литература

обеспечена

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1. Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Практические и лабораторные занятия	MatLab 7.2		Моделирование САУ при проведении исследований математических моделей САУ

8.3 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		Учебные пособия по теории линейных, нелинейных и дискретных САУ.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Учебная лаборатория	кафедра ЭАГП	263 к1	35	10
2	Учебная лаборатория	кафедра ЭАГП	273 к1	35	10

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютеры	10	Оперативное управление	263 к1
2	Компьютеры	10	Оперативное управление	273 к1

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	Содержание стр.1, кроме абзацев 6-9, изложить в редакции, приведенной на стр. 1а.	15 июня, 2017 г., № 19
2	Содержание стр.2, абзацы 1-5, изложить в редакции, приведенной на стр. 2а.	15 июня, 2017 г., № 19
4	Содержание стр.3, абзац «готовность принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством (ПК-14)» изложить в редакции. «Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отвалов (ОПК-5)» и «Способность выбирать и разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем добычи и переработки твердых полезных ископаемых и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления (ОПК-8)».	15 июня, 2017 г., № 19
5	Наименование раздела «Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников» изложить в следующей редакции «Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы»	15 июня, 2017 г., № 19
6	Наименование раздела «Требования к результатам освоения учебной дисциплины» изложить в следующей редакции «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы»	15 июня, 2017 г., № 19
7	Таблицу 1.1. на стр.4. изложить в редакции, приведенной на стр.4а. Дисциплинарную карту ПК-22 заменить на Дисциплинарные карты ОПК-5 и ОПК-8	15 июня, 2017 г., № 19

Лобов
404

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

**Горно-нефтяной факультет
Кафедра горной электромеханики**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и пр. техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

2014 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория автоматического управления»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основная образовательная программа подготовки специалистов

Направление 130400.65 «Горное дело»

Специализация 13040010.65 – Электрификация и автоматизация горного производства

Квалификация (степень) выпускника: специалист

Специальное звание выпускника: горный инженер

Выпускающая кафедра: «Горная электромеханика»

Форма обучения: очная

Курс: 3,4 **Семестр(ы):** 6,7

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 11 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 396 ч

Виды контроля:
Экзамен: - 7 сем. Зачёт: - 6 сем. Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - 7 сем

[Handwritten signature]


Учебно - методический комплекс дисциплины «Теория автоматического управления» разработан на основании:


- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «24» января 2011 г., номер приказа «89» по направлению 130400.65 Горное дело;

- компетентностной модели выпускника ООП по направлению подготовки 130400.65 Горное дело, специализации «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённой «24» июня 2013 г.;

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 130400.65 Горное дело, специализации «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённого «29» августа 2011 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Информатика», «Физические основы электроники», «Электротехника», «Электрические машины», «Теория электропривода», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.


Разработчик: канд. техн. наук, доц.  Е.М.Васильев


Рецензент: канд. техн. наук, доц.  Р.А.Сажин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Горная электромеханика» «06» ноября 2014 г., протокол № 3.

Заведующий кафедрой
«Горная электромеханика»
д-р техн. наук, доц.  Г.Д.Трифанов

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Горно-нефтяного факультета «1» декабря 2014 г., протокол № 4.

Председатель учебно-методической комиссии
Горно-нефтяного факультета
канд. геол.-минерал. наук, доц.  О.Е.Кочнева

Начальник управления образовательных программ,
канд. техн. наук, доц.  Д. С. Репецкий

Индивидуальное задание		1	1	1	1														
Реферат																			
Модуль:	M1									M2									
Контрольные работы									+										+
Дисциплинарный контроль																			

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Раздел:	P6			P7			P8						P9			P10		
Лекции	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-
Практические занятия		2		2		2		2		2		2		2		2		2
Лабораторные работы			2		2		2		2		2		2		2		4	
КСР						1						1				1		1
Изучение теоретического материала	3	3	3	4	3	4	2	2	2	2	1	1	6	6	2	2	2	2
Подготовка к практическим занятиям	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			1		1	
Подготовка к лабораторным занятиям	2	2	2	2	2	2							1	1				
Подготовка отчетов по лабораторным работам		2	2	2	2	2	2	2		1		1	1	1	1	1	1	1
Выполнение курсовой работы	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Индивидуальное задание			1	1	1	1		1	1	1	1							
Реферат													2	2	1	1	1	1
Модуль:	M3						M4						M5					
Контрольные работы						+							+					+
Дисциплинарный контроль																		

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

C2.B09
Теория автоматического управления
(индекс и полное название дисциплины)

Математический и естественнонаучный
(цикл дисциплины)
 базовая часть цикла обязательная
 вариативная часть цикла по выбору студента

130400.65
(код направления подготовки / специальности)

Горное дело, специализация «электрификация и автоматизация горного производства»
(полное название направления подготовки / специальности)

ЭАГП
(аббревиатура направления / специальности)

Уровень подготовки: специалист Форма обучения: очная
 бакалавр заочная
 магистр очно-заочная

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана

2011

Семестры: 6,7

Количество групп: 1

(год утверждения
учебного плана ООП)

Количество студентов: 25

Васильев Е.М.

профессор

(фамилия, инициалы преподавателя)

(должность)

Горно-нефтяной факультет

(факультет)

кафедра ГЭМ

(кафедра)

2-198-788

(контактная информация)

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления: Учебник – СПб: Изд-во «Профессия», 2003-752 с.	135+52
2	Лукас В.А. Теория управления техническими системами: Учебник-Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005-677 с.	50
3	Р. Дорф, Р. Бишоп Современные системы управления: Учеб. для вузов – Изд-во «Лаборатория базовых знаний», М.: 2004 – 832 с.	116 2012-3
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	А.Д. Динкель, А.Е. Кокорин Теория автоматического управления: Учебное пособие. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2004 - 223 с.	80
2	Васильев Е.М., Коломыцев В.Г. Теория автоматического управления. Нелинейные системы: Учебное пособие – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011-115с .	50
3	Васильев Е.М., Коломыцев В.Г. Теория автоматического управления. Дискретные системы: Учебное пособие – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012-152с .	30
4	Линейные системы автоматического управления: метод. указания к выполнению лаб. работ/сост.Н.В.Андриевская и др. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 75 с.	25 на каф.
5	Анализ и синтез САУ методами пространства состояний. Нелинейные, импульсные и оптимальные системы автоматического управления: метод. указания к выполнению лаб. работ/сост.Н.В.Андриевская и др. – Пермь:Изд-во Перм.гос.техн.ун-та, 2009. – 74 с.	25 на каф.
2.2 Периодические издания		
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		

Основные данные об обеспеченности на 06.11.2014
(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____
(дата контроля литературы)

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.2 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Практические и лабораторные занятия	MatLab 7.2		Моделирование САУ при проведении исследований математических моделей САУ

8.3 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		Учебные пособия по теории линейных, нелинейных и дискретных САУ.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана