Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра систем автоматизации производства

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.20 Теория автоматического управления»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления подготовки)

Общий профиль
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы
Программа академического бакалавриата

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год набора 2016

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра систем автоматизации производства
наименование кафедры

протокол № 4 от "02" февраля 2016 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра систем автоматизации производства _____ Н.З. Султанов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент _____ М. А. Корнипаев
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____ _____ _____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств _____ Н.З. Султанов
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
_____ Т.В. Истомина
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института
_____ А. М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 45779

© Корнипаев М. А., 2016
© ОГУ, 2016

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: овладеть теоретическими и практическими навыками, необходимыми для проектирования и эксплуатации систем управления.

Задачи:

- изучение принципов, законов и алгоритмов автоматического управления;
- освоение теории автоматического управления в целях практического использования при поиске технических решений на этапе проектной и при эксплуатационной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10.2 Математический анализ, Б.1.Б.11 Физика, Б.1.Б.15 Теоретическая механика, Б.1.Б.19.1 Электротехника, Б.1.В.ОД.12 Микроконтроллеры и микропроцессоры в системах автоматизации и управления*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.4 Безопасность жизнедеятельности, Б.1.Б.17 Методы принятия решений и оптимизации систем автоматического управления, Б.1.Б.18 Промышленные операционные системы, Б.1.Б.21 Вычислительные машины и сети систем автоматизации и управления, Б.1.В.ОД.3 Моделирование систем автоматизации, Б.1.В.ОД.4 Проектирование автоматизированных систем, Б.1.В.ОД.5 Автоматизация управления жизненным циклом продукции, Б.1.В.ОД.7 Организация и планирование автоматизированных производств, Б.1.В.ОД.8 Диагностика и надежность автоматизированных систем, Б.1.В.ОД.9 Схемотехника систем управления, Б.1.В.ОД.10 Основы конструирования, Б.1.В.ОД.11 Программирование оборудования с числовым программным управлением, Б.1.В.ОД.13 Элементы и системы гидропневмоавтоматики, Б.1.В.ОД.14 Синтез цифровых систем автоматического управления, Б.1.В.ОД.16 Автоматизация технологических процессов и производств, Б.1.В.ОД.17 Гибкие производственные системы, Б.1.В.ДВ.3.1 Автоматизация программирования числового программного управления, Б.1.В.ДВ.3.2 Методы идентификации объектов управления, Б.1.В.ДВ.5.1 Промышленные роботы, Б.1.В.ДВ.5.2 Автоматизация покраски изделий, Б.1.В.ДВ.7.1 Интеллектуальные системы управления, Б.1.В.ДВ.7.2 Информационно-измерительная техника, Б.1.В.ДВ.8.1 Основы инноватики и управления проектами, Б.1.В.ДВ.8.2 Бизнес проекты в промышленности, Б.2.В.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Б.2.В.П.2 Научно-исследовательская работа*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: признаки классификации систем автоматического управления, принципы и законы управления, необходимые при разработке их технической документации. **Уметь:** составлять аналитическое описание систем автоматического управления. **Владеть:** программными средствами моделирования систем управления.	ОПК-5 способностью участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Знать: теорию методов анализа и синтеза систем управления, с учетом отечественного и зарубежного опыта в области автоматизации технологических процессов и производств.	ПК-18 способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Уметь: - выбирать способ представления модели системы управления; - проводить анализ систем управления на управляемость и наблюдаемость, устойчивость, качество; - проводить коррекцию систем управления. **Владеть:** - методикой аналитического конструирования математических моделей объектов управления и регуляторов систем управления; - приемами визуализации проведения экспериментальных исследований в компьютерных системах на стадии проектирования, как одного из этапов автоматизированного управления жизненным циклом продукции.	опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**19,5**	**11,25**	**30,75**
Лекции (Л)	6	4	10
Практические занятия (ПЗ)	2		2
Лабораторные работы (ЛР)	10	6	16
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1		1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,25	0,75
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самостоятельное изучение разделов (6,7);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям.*	**88,5** +	**96,75**	**185,25**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия теории управления	22,5	0,5		2	20
2	Анализ непрерывных линейных систем	22,5	0,5	2		20
3	Способы описания и характеристики линейных	25	1		4	20

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	систем					
4	Оценка устойчивости и качества регулирования непрерывных линейных систем	38	2		4	32
	Итого:	108	6	2	10	90

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Импульсные линейные системы	28	2		4	22
6	Нелинейные системы автоматического управления	22				22
7	Оптимальные системы автоматического управления	22				22
8	Робастные и адаптивные системы	36	2		2	32
	Итого:	108	4		6	98
	Всего:	216	10	2	16	188

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел №1 Основные понятия теории управления

Понятие об автоматическом регулировании и управлении. Принципы автоматического управления: программный, по возмущению, отклонению, комбинированный. Классификация систем автоматического управления (САУ) по назначению, наличию усилителя, закону регулирования, величине статической ошибки, сигналам управления. Принципиальные и функциональные схемы, применяемые на начальной стадии разработки технической документации САУ.

Раздел №2 Анализ непрерывных линейных систем

Анализ непрерывных линейных САУ. Получение дифференциальных уравнений звеньев, как одного из видов аналитического описания САУ. Уравнения динамики и статистики. Линеаризация уравнений САУ. Преобразование Лапласа, решение дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Обратное преобразование Лапласа.

Раздел №3 Способы описания и характеристики линейных систем

Способы описания линейных САУ (уравнения состояния, передаточные функции, структурные схемы). Назначение стандартных воздействий. Определение ступенчатого и импульсного воздействия. Определение переходной и весовой функции. Гармоническое воздействие. Получение амплитудной частотной характеристики (АЧХ) и фазовой частотной характеристики (ФЧХ). Построение амплитудно-фазовой частотной характеристики (АФЧХ) в декартовых и полярных координатах. Динамические характеристики элементов и систем управления. Определение динамического звена САУ, классификация звеньев. Типовые динамические звенья; их частотные и временные характеристики. Исследование характеристик типовых динамических звеньев в программных системах моделирования систем управления.

Раздел №4 Оценка устойчивости и качества регулирования линейных непрерывных систем

Понятие устойчивости, инвариантности. Управляемость и наблюдаемость системы. Оценки качества регулирования и устойчивости. Условие устойчивости по Ляпунову. Отечественный и зарубежный опыт разработки критериев устойчивости линейных САУ. Алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица. Недостатки алгебраических критериев. Критерии устойчивости Михайлова. Устойчивость САУ с запаздыванием. Критерий устойчивости Найквиста и определение запаса устойчивости. Показатели качества САУ. Прямые и косвенные методы определения показателей качества. Определение времени регулирования и величины перерегулирования по расположению нулей и полюсов на плоскости корней. Оценка качества регулирования по вещественной частотной характеристике (ВЧХ); интегральная оценка (квадратичная и улучшенная). Минимизация ошибки регулирования по интегральным оценкам. Основные качественные оценки переходного процесса по ВЧХ.

Раздел № 5 Импульсные линейные системы

Классификация дискретных систем управления. Импульсные системы. Виды импульсной модуляции. Математическое описание импульсных систем. Линейные дискретные модели систем управления. Разностные уравнения, дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование. Передаточные функции импульсной системы в форме Z-преобразования. Частотные свойства импульсных сигналов и устройств. Устойчивость импульсных систем. Применение теории импульсных систем к цифровым системам. Дискретное представление типовых законов регулирования. Синтез компьютерных систем управления.

Раздел № 6 Нелинейные системы автоматического управления

Определение нелинейных САУ. Виды нелинейностей. Существенные и несущественные нелинейности. Линеаризация нелинейных моделей «в малом». Статические режимы нелинейных систем. Последовательное, параллельное и соединение в виде обратной связи статических нелинейностей. Особенности проблемы устойчивости для нелинейных САУ. Методы А.М. Ляпунова определения устойчивости. Критерий абсолютной устойчивости нелинейных систем В.М. Попова. Особенности динамики релейных систем автоматического регулирования.

Раздел № 7 Оптимальные системы автоматического управления

Постановка задачи оптимального управления. Классификация задач оптимизации динамических режимов САУ. Решение задач оптимального управления методами классического вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Решение задачи оптимального управления с учетом ограничений. Уравнения Эйлера-Лагранжа. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования Беллмана.

Раздел № 8 Робастные и адаптивные системы

Общие понятия теории робастных систем. Принципы построения и классификация адаптивных систем. Системы экстремального управления. Самонастраивающиеся системы.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Составление функциональной схемы САУ и анализ ее работы	2
2	3	Преобразование структурной схемы и изучение характеристик типовых динамических звеньев на лабораторном стенде ОТАУ-МРЦ	4
3	4	Определение устойчивости САУ по алгебраическим критериям Гурвица и Рауса, по частотным критериям Михайлова и	4

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		Найквиста, моделирование линейных систем управления с помощью программного комплекса «МВТУ»	
4	5	Исследование дискретной САУ	4
5	8	Адаптивное управление	2
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Получение передаточной функции корректирующих звеньев САУ	2
		Итого:	2

4.5 Курсовая работа (4 семестр)

Тема работы «Анализ системы автоматического управления, оснащенной ПИД-регулятором». Задание на курсовую работу включает функциональную и структурную схемы системы автоматического управления. Коэффициенты передаточных функций элементов заданы по вариантам. В ходе работы студенты исследуют систему на устойчивость и качество, затем включают в схему ПИД-регулятор и определяют его оптимальные настройки.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Евсюков В. Н. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] / Евсюков В. Н. - ГОУ ОГУ, 2011. - Режим доступа : http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2281_20110909.pdf

2 Евсюков, В. Н. Теория автоматического управления: учеб. пособие / В. Н. Евсюков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т".- 2-е изд., перераб. и доп. - Оренбург : ИП Осиночкин Я.В., 2012. - 260 с.

3 Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Коновалов Б. И., Лебедев Ю. М. - Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - Режим доступа : http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208587.

5.2 Дополнительная литература

1 Евсюков, В. Н. Анализ линейных автоматических систем: учеб.-метод. пособие / В. Н. Евсюков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т".- 3-е изд., перераб. и доп. - Оренбург : ИП Осиночкин Я.В., 2012. - 237 с.

5.3 Периодические издания

- Автоматизация. Современные технологии : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2013 – 2016.

- Информатика и системы управления : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2014 – 2016.

5.4 Интернет-ресурсы

https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LINACS/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Линейные системы автоматического управления»;

https://www.edx.org/course/dynamics-and-control-2 - «EdX»; МООК: «Dynamics and Control».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3 Программный комплекс «Моделирование в технических устройствах» («МВТУ»). Свободная учебная версия от 25 февраля 2014 года. Режим доступа: http://mvtu.power.bmstu.ru/.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория «Лаборатория теории управления и автоматизации производства», оснащенная комплектом лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства» ОАП1-С-Р, лабораторным комплексом «Система автоматического управления - расход» исполнение стендовое, компьютерное САУ-Р-СК, стендом лабораторным «Автоматическое управление расходом, давлением, уровнем жидкости», типовым комплектом учебного оборудования «Основы теории автоматического управления», исполнение моноблочное ручное с осциллографом, «ОТАУ-МРЦ», а так же компьютерный класс оснащенный 14 компьютерами с выходом в интернет и в ЭИОС ОГУ, специализированной мебелью; доской аудиторной; экраном стационарным; проектором стационарным; ноутбуком.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся и выполнения курсовой работы оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Б.1.Б.20 Теория автоматического управления»

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*
код и наименование

Профиль: *Общий профиль*

Год набора: 2016

Форма обучения: заочная

Дополнения и изменения к рабочей программе на 2018/2019 учебный год рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

Кафедра систем автоматизации производства
наименование кафедры

протокол № 1 от "31" 08 2018 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра систем автоматизации производства — подпись — Н. З. Султанов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент — подпись — М. А. Корнилаев
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
личная подпись — Н.Н. Грицай
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института
личная подпись — А. М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

В рабочую программу вносятся следующие дополнения и изменения:

раздел 5 изложить в следующей редакции:

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Евсюков В. Н. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] / Евсюков В. Н. - ГОУ ОГУ, 2011. - Режим доступа : http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2281_20110909.pdf

2 Евсюков, В. Н. Теория автоматического управления: учеб. пособие / В. Н. Евсюков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т".- 2-е изд., перераб. и доп. - Оренбург : ИП Осиночкин Я.В., 2012. - 260 с.

3 Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Коновалов Б. И., Лебедев Ю. М. - Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - Режим доступа : http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208587.

4 Цветкова, О. Л. Теория автоматического управления : учебник [Электронный ресурс] / О. Л. Цветкова. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – Режим доступа : http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415.

5.2 Дополнительная литература

1 Евсюков, В. Н. Анализ линейных автоматических систем: учеб.-метод. пособие / В. Н. Евсюков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т".- 3-е изд., перераб. и доп. - Оренбург : ИП Осиночкин Я.В., 2012. - 237 с.

5.3 Периодические издания

- Автоматизация. Современные технологии : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2013 – 2019.
- Мехатроника, автоматизация, управление : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016 – 2019.

5.4 Интернет-ресурсы

https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LINACS/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Линейные системы автоматического управления»;
https://www.edx.org/course/dynamics-and-control-2 - «EdX»; МООК: «Dynamics and Control».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3 Среда динамического моделирования технических систем SimInTech. Доступна после регистрации. Режим доступа: http://simintech.ru/