

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра управления и информатики в технических системах

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ОД.2 Автоматика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

27.03.04 Управление в технических системах
(код и наименование направления подготовки)

Управление и информатика в технических системах
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра управления и информатики в технических системах

наименование кафедры

протокол № 5 от "16" 01 2018г.

Заведующий кафедрой

Кафедра управления и информатики в технических системах

наименование кафедры


подпись

А.С. Боровский

расшифровка подписи

Исполнитель:

доцент

должность


подпись

Т.А. Пищухина

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

27.03.04 Управление в технических системах

код наименование


личная подпись

А.С. Боровский

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки


личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от АКИ


личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

ознакомление студентов с основами теории построения систем автоматического управления и программными средствами их моделирования.

Задачи:

1) теоретический компонент:

- изучение основ компьютеризированных методов анализа и синтеза процессов и объектов автоматизации и управления с помощью теории автоматического управления;
- изучение типовых элементов и устройств автоматических систем, используемых на нижнем уровне систем промышленной автоматизации, основ вычислительного эксперимента по их математическому моделированию;

2) познавательный компонент:

- уметь применять компьютеризированные методы теории управления при проектировании процессов и объектов автоматизации и управления;
- уметь выбирать из компьютеризированных методов теории управления наиболее эффективный для исследования или проектирования процессов и объектов автоматизации и управления;
- уметь определить характеристики и параметры качества работы системы с точки зрения теории управления;
- уметь применять методы теории автоматического управления для повышения качества работы автоматических систем.

3) практический компонент:

- получить навыки работы с математическими программными системами по проведению вычислительного эксперимента с целью получения моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10.2 Алгебра и геометрия, Б.1.Б.11 Физика, Б.1.Б.14.1 Электротехника*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.7 Управление в технических системах, Б.1.В.ОД.8 Компьютерное проектирование систем и устройств, Б.1.В.ДВ.4.1 Контроллеры систем автоматизации технологических процессов, Б.1.В.ДВ.4.2 Микропроцессорные системы контроля и управления, Б.2.В.П.1 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: - компьютеризированные методы анализа и синтеза технических систем с помощью теории автоматического управления. Уметь: - применять компьютеризированные методы ТАУ для представления процессов и объектов автоматизации и управления;	ПК-2 способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
- выбирать наиболее эффективные компьютеризированные методы для анализа и синтеза процессов и объектов автоматизации и управления. Владеть: - навыками работы с математическими программными системами по проведению вычислительного эксперимента с целью получения моделей процессов и объектов автоматизации и управления.	процессов и объектов автоматизации и управления

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	360	360
Контактная работа:	27,5	27,5
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение контрольной работы (КонтрР); - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - написание реферата (Р); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям)	332,5	332,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия, цели и принципы управления	42	2	—	—	40
2	Классификация и характеристики элементов автоматики	108	2	2	4	100
3	Анализ систем автоматического управления	98	2	2	4	90
4	Синтез систем автоматического управления с различными регуляторами	112	2	2	4	104
	Итого:	360	8	6	12	334
	Всего:	360	8	6	12	334

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Основные понятия, цели и принципы управления

1. Основные понятия и определения из области теории автоматического управления.
2. Цели и принципы управления.
3. Классификация систем автоматического управления.
4. Математические модели систем автоматического управления.

Раздел 2 Классификация и характеристики элементов автоматики

1. Классификация элементов автоматики.
2. Общие характеристики элементов автоматики.
3. Динамический режим работы элементов автоматики.
4. Измерительные преобразователи и их основные характеристики.
5. Устройства сравнения.
6. Усилители.
7. Переключающие устройства.
8. Исполнительные устройства.
9. Виды типовых звеньев и их характеристики.
10. Соединения звеньев.

Раздел 3 Анализ систем автоматического управления

1. Устойчивость систем автоматического управления
2. Показатели качества работы систем автоматического управления
3. Критерии устойчивости систем автоматического управления
4. Анализ качества работы систем автоматического управления

Раздел 4 Синтез систем автоматического управления с различными регуляторами

1. Основные законы регулирования
2. Виды регуляторов и их характеристики

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Использование программного комплекса SimInTech для анализа динамики линейных и линеаризованных САР, описываемых в переменных «вход – выход».	4
2	3, 4	Анализ устойчивости и коррекция САР в среде SimInTech по частотным характеристикам и по полюсам.	4
3	3, 4	Анализ в среде SimInTech динамических систем, заданных в форме Коши и в переменных состояния.	2
4	3, 4	Оптимизация параметров САР и моделирование логики алгоритмов аварийной защиты в САР ядерного реактора.	2
		Итого:	12

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Классификация и характеристики элементов автоматики	2
2	3	Расчет устойчивости и параметров качества систем	2
3	4	Синтез систем автоматического управления	2
		Итого:	6

4.5 Контрольная работа (6 семестр)

1. Линеаризация

1.1. Постройте линеаризованную модель для звена, которое описывается нелинейным дифференциальным уравнением (значения T, q_2, q_1, k определяются из [таблицы](#) по номеру варианта)

$$T \frac{dy}{dt} + q_2 y^2 + q_1 y = kx$$

В номинальном режиме установившееся значение $y = y^0 = 0,5$.

1.2. Определите установившееся значение $x = x^0$.

1.3. Постройте передаточную функцию линеаризованного звена. Как называется такое звено?

1.4. Найдите импульсную характеристику (весовую функцию) этого звена.

1.5. Решив полученное линейное дифференциальное уравнение, найдите переходный процесс на выходе линеаризованного звена при ступенчатом входном сигнале $x(t) = 1(t)$.

1.6. Постройте и сравните переходные процессы в линейной и нелинейной системе при ступенчатом входном сигнале $x(t) = 1(t)$.

2. Разомкнутые системы

2.1. Определите, какие простейшие звенья можно выделить в составе звена с передаточной функцией (значения коэффициентов a_i и b_i определяются из [таблицы](#) по номеру варианта)

$$W(s) = \frac{a_1 s + a_0}{b_2 s^2 + b_1 s + b_0}.$$

2.2. Чему равен коэффициент усиления этого звена в установившемся режиме?

2.3. Является ли звено устойчивым? Почему?

2.4. Является ли звено минимально-фазовым?

2.5. Постройте асимптотическую ЛАФЧХ этого звена.

2.6. Какой наклон имеет ЛАЧХ на нулевой частоте? на больших частотах?

2.7. Запишите модель этого звена в виде дифференциального уравнения.

2.8. Запишите модель этого звена в пространстве состояний. Единственно ли такое представление?

2.9. Сделайте обратный переход – от модели в пространстве состояний к передаточной функции.

2.10. Постройте переходную характеристику этого звена.

3. Замкнутые системы

3.1. Пусть объект управления имеет передаточную функцию $W(s)$, регулятор – передаточную функцию $K(s)$, а измерительная система – передаточную функцию $H(s)$. Нарисуйте типовую блок-схему системы автоматического регулирования, обозначив задающий сигнал $g(t)$, сигнал управления $u(t)$, регулируемый сигнал $y(t)$, внешнее возмущение $w(t)$, сигнал обратной связи $f(t)$, сигнал ошибки $e(t)$.

3.2. Предположив, что $K(s) = k = \text{const}$ и $H(s) = h = \text{const}$, постройте передаточные функции (ПФ):

$G(s)$ от входа $g(t)$ к выходу $y(t)$;

$G_u(s)$ от входа $g(t)$ к выходу $u(t)$;

$G_e(s)$ от входа $g(t)$ к выходу $e(t)$;

$G_{fe}(s)$ от входа $w(t)$ к выходу $e(t)$.

3.3. Используя критерий Гурвица, определите, при каких значениях k и h замкнутая система устойчива.

3.4. Приняв $h = 1$, выберите k так, чтобы запас устойчивости по амплитуде был не менее 6 дБ, а запас по фазе – не менее 30° (используйте ЛАФЧХ разомкнутой системы без регулятора).

3.5. Постройте переходный процесс на выходе при выбранном значении k .

3.6. Оцените время переходного процесса и перерегулирование, покажите их на графике.

3.7. Является ли замкнутая система астатической? Почему?

3.8. Используйте пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор) с передаточной функцией

$$K(s) = \frac{k(s + \alpha)}{s} \text{ при } \alpha = 1.$$

С помощью критерия Гурвица определите, какие ограничения должны быть наложены на k , чтобы система была устойчивой. Выберите коэффициент k , обеспечивающий устойчивость замкнутой системы.

3.9. Постройте переходный процесс на выходе при выбранном регуляторе. Оцените время переходного процесса и перерегулирование, покажите их на графике.

3.10. Постройте амплитудную частотную характеристику полученной замкнутой системы и определите показатель колебательности M .

3.11. Является ли замкнутая система астатической по возмущению? Почему?

3.12. Постройте переходный процесс на выходе при $g(t) \equiv 0$ и ступенчатом возмущении $w(t) = 1(t)$

Вариант	T	q_2	q_1	k	a_1	a_0	b_2	b_1	b_0
1	1.0	0.1	1.0	0.5	-0.1	1.0	1.0	5.0	1.0
2	1.1	0.2	0.9	0.6	-1.1	1.3	1.1	4.5	0.9
3	1.2	0.3	0.8	0.7	-0.2	1.2	1.2	4.2	0.8
4	1.3	0.4	0.7	0.8	-1.2	1.1	1.3	4.0	0.9
5	1.4	0.5	0.6	0.7	-0.3	1.0	1.4	3.5	1.0
6	1.5	0.4	0.5	0.6	-1.3	1.1	1.5	3.0	0.9
7	1.6	0.3	0.6	0.5	-0.4	1.2	1.6	2.5	0.8
8	1.7	0.2	0.7	0.6	-1.4	1.1	1.7	2.2	0.9
9	1.8	0.1	0.8	0.7	-0.5	1.0	1.8	2.0	1.0
10	1.9	0.2	0.9	0.8	-1.5	1.1	1.9	1.8	0.9
11	2.0	0.3	1.0	0.7	-0.6	1.2	1.8	1.6	1.0
12	2.1	0.4	1.1	0.6	-1.6	1.3	1.7	1.4	0.9
13	2.1	0.5	1.2	0.5	-0.7	1.4	1.6	1.3	0.8
14	2.3	0.4	1.3	0.6	-1.7	1.3	1.5	1.1	0.9
15	2.4	0.3	1.4	0.7	-0.8	1.2	1.4	1.0	1.0
16	2.5	0.2	1.5	0.8	-1.8	1.3	1.3	0.9	0.9
17	2.6	0.1	1.4	0.7	-0.9	1.4	1.2	1.0	0.8
18	2.7	0.2	1.3	0.6	-1.9	1.3	1.1	1.1	0.9
19	2.8	0.3	1.2	0.5	-1.0	1.2	1.0	1.2	1.0
20	2.9	0.4	1.1	0.4	-2.0	1.5	1.1	1.3	0.9

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- **Ившин В. П.** Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 402 с. + Доп. материал. Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=553605>.

Калининченко А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике: Учебно-практическое пособие / Калининченко А.В., Уваров Н.В., Дойников В.В., - 2-е изд. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 564 с.: 84x108 1/32 (Обложка) ISBN 978-5-9729-0116-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=554774>.

5.2 Дополнительная литература

- **Шишов О. В.** Технические средства автоматизации и управления: Учебное пособие / Шишов О. В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 396 с. - ISBN 978-5-16-010325-9. – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=600381>.

- **Червоный, А. Л.** Реле и элементы промышленной автоматики: практическое пособие для инженеров / А. Л. Червоный. - Москва: РадиоСофт, 2012. - 208 с.: ил - ISBN 978-5-93274-042-2.

- **Жежера, Н. И.** Математическое описание устройств и процессов как объектов систем автоматического управления: монография / Н. И. Жежера. - М.: Креативная экономика, 2012. - 200 с.: ил. - Библиогр.: с. 195-199. - ISBN 978-5-91292-082-0.

5.3 Периодические издания

Журналы:

5.3.1 Автоматизация. Современные технологии: журнал. - М.: Агентство «Роспечать», 2018.

- 5.3.2 Автоматика и телемеханика: журнал. - М.: Наука, 2016.
- 5.3.3 Автометрия: журнал. - М.: Агентство «Роспечать», 2016.
- 5.3.4 Проблемы управления / Control Sciences: журнал. - М.: Агентство «Роспечать», 2017.
- 5.3.5 Приборы и техника эксперимента: журнал. - М.: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2018.
- 5.3.6 Проблемы теории и практики управления: журнал. - М.: Агентство «Роспечать», 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

1. <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LINACS/> - «Открытое образование», Каталог курсов, Университет ИТМО: «Линейные системы автоматического управления».
2. <https://openedu.ru/course/misis/TAU/> - «Открытое образование», Каталог курсов, МИСиС: «Теория автоматического управления. Нелинейные системы автоматического управления».
3. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал.
4. <http://window.edu.ru> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
5. <http://siemens.ru> – сайт компании «Siemens».
6. <http://exponenta.ru> - Образовательный математический сайт.
7. <http://model.exponenta.ru> – сайт о моделировании и исследовании: систем, объектов, технических процессов и физических явлений.
8. <http://www.wolframalpha.com/> - Поисковая научная система.

5.5 Методические указания к лабораторным работам

- **Пищухина, Т. А.** Исследование линейных систем [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. работе / Т. А. Пищухина. - М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т», Каф. упр. и информатики в техн. системах. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 606 КБ). - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - Adobe Acrobat Reader 5.0

- **Бурькова Е.В.** Основы теории управления: Методические указания к лабораторному практикуму / Е.В. Бурькова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 57 с.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Программное обеспечение для выполнения лабораторных работ:

- Операционная система Microsoft Windows.
- Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
- ПО для решения широкого спектра научных и прикладных задач MathWorks MATLAB R2009a.
- ПО для решения научных и прикладных задач - среда динамического моделирования технических систем SimInTech. Свободная тестовая версия с ограничениями, доступная после регистрации. Режим доступа: http://simintech.ru/?page_id=731.
- ПО для решения научных и прикладных задач – программная система для автоматизации технологических процессов (АСУ ТП), телемеханики, диспетчеризации, учета ресурсов (АСКУЭ, АСКУГ) и автоматизации зданий SCADA TRACE MODE версия 6.10. Доступна бесплатно после регистрации. Режим доступа: <http://www.adastra.ru/>.
- Технорма / Документ [Электронный ресурс]: [система программных продуктов] / ООО Гло-сис-Сервис, ФБУ КВФ Интерстандарт. – Версия 1.11.36. – Электрон. дан. и прогр. – [Москва; Санкт-Петербург], [1999–2013]. – Режим доступа осуществляется в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных и практических занятий используются аудитории, оснащенные комплектами ученической мебели и компьютерной техникой.

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

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.