

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО РГАУ)

Факультет энергетики и охраны водных ресурсов

Кафедра электрооборудования и автоматики

АВТОМАТИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

студентам 4 и 3* курсов направления подготовки бакалавров

35.03.06 Агроинженерия

профили:

Электрооборудование и электротехнологии,

Технический сервис в агропромышленном комплексе,

Технические системы в агробизнесе

Балашиха 2016

Составители: к.т.н., доцент О.А. Липа, ассистент Д.А. Липа

УДК 62 – 50 (076)

Автоматика: Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы / Рос. гос. аграр. заоч. ун-т; Сост. О.А. Липа, Д.А. Липа. – М., 2016. 28 с.

Предназначены для студентов 4 и 3* курсов

Утверждены методической комиссией факультета энергетики и охраны водных ресурсов ФГБОУ ВО РГАЗУ

Рецензент: д.т.н., профессор РАН, заведующий лабораторией КЭТП и М ФГБНУ ВИЭСХ Д.А. Тихомиров

Раздел 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Автоматика» относится к базовой (обязательной) части Блока 1 ООП «Дисциплины (модули)», Б.1.Б.18.. Методические указания по данной дисциплине составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата), утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации от 20.10.2015 г., № 1172, рабочими учебными планами, утвержденными ученым советом ФГБОУ ВО РГАЗУ, и рабочей программой по дисциплине.

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель – формирование знаний и практических навыков по анализу, синтезу, выбору и использованию современных средств автоматике в сельскохозяйственном производстве.

Задачи – изучение технических средств автоматике и телемеханики, систем управления параметрами сельскохозяйственных технологических процессов; передового отечественного и зарубежного опыта в области автоматизации сельскохозяйственного производства; изучение систем и элементов автоматике и автоматизации производственных процессов; изучение теории и системы автоматического регулирования и систем телемеханики; формирование навыков создания и исследования систем автоматизации производственных процессов.

Изучение дисциплины «Автоматика» ориентировано на решение следующих профессиональных задач:

- *научно-исследовательская деятельность*: участие в экспериментальных исследованиях, составлении их описания и выводов;
- *проектная деятельность*: участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- *производственно-технологическая деятельность*: осуществление производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции и оказываемых услуг технического сервиса.

В результате изучения дисциплины должен:

обладать следующими компетенциями:

обще-profессиональными компетенциями:

- способностью к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-2);
- способностью организовывать контроль качества и управление технологическими процессами (ОПК-7);
- готовностью к использованию технических средств автоматике и систем автоматизации технологических процессов (ОПК-9);

профессиональными компетенциями:

- готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-1);

- готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);

- способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами (ПК-10).

знать:

- основные технические средства автоматики и телемеханики, используемые в сельскохозяйственном производстве;

- статические и динамические характеристики систем автоматического управления;

- состояние и перспективы развития автоматизации сельскохозяйственного производства;

уметь:

- составлять структурные функциональные и алгоритмические схемы автоматизации сельскохозяйственных объектов управления;

- разрабатывать принципиальные схемы систем автоматического управления.

владеть:

- навыками выбора технических средств автоматики, используемых в системах управления;

- навыками определения основных показателей (качества, надежности и технико-экономической эффективности) систем автоматического управления.

1.2. Библиографический список

Основной

1. Корнеев, Н.В. Теория автоматического управления с практикумом: учеб. пособие для вузов / Н.В. Корнеев, Е.С. Кустарев, Ю.Я. Морловский. – М.: Академия, 2008.

2. Шандров, Б. В. Технические средства автоматизации : учебник для вузов / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. – 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2010.

3. Шишмарев, В. Ю. Теория автоматического управления : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. – М. : «Академия», 2012.

Дополнительный

4. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – М. : КолосС, 2005.

5. Бобцов, А.А. Адаптивное и робастное управление с компенсацией неопределенностей : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.А. Бобцов, А.А. Пыркин– СПб.: НИУ ИГМО, 2013 // ФГБОУ ВО РГАЗУ. – Режим доступа: ebs.rgazu.ru/?q=node/3460

6. Герасенков, А. А. Автоматика: основные понятия, терминология и условные обозначения : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. А. Герасенков, А. А. Шавров, О. А. Липа. – М.: РГАЗУ, 2008. // ФГБОУ ВО РГАЗУ. – Режим доступа: ebs.rgazu.ru/?q=node/117

7. Гордеев, А.С. Основы автоматики: учеб пособие / А.С. Гордеев. – Мичуринск : Мичуринский ГАУ, 2006

8. Давыдов, В.Г. SCADA-системы в управлении: учеб. пособие [Электронный ресурс] / В.Г. Давыдов. – СПб. : СПГПУ, 2010. // ФГБОУ ВО РГАЗУ. – Режим доступа: ebs.rgazu.ru/?q=node/3019

9. Радченко, Г. Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники : учеб. пособие для вузов / Г. Е. Радченко. – Минск : УП «Технопринт», 2005.

10. Харазов, В. Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами : учеб. пособие для вузов / В.Г. Харазов. – СПб. : Профессия, 2009.

11. Шавров, А. В. Основы теории управления : учеб. пособие для вузов / А. В. Шавров, О. А. Липа, А. А. Шавров; Рос. гос. агр. заоч. ун-т. – М., 2005.

12. Шишмарев, В.Ю. Автоматика : учебник / В.Ю. Шишмарев. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2010

1.3. Распределение учебного времени по модулям (разделам) и темам дисциплины

Таблица 1.3.1

№ п/п	Наименование модулей (разделов) и тем дисциплины	Всего часов	В том числе, ч				Рекомендуемая литература
			Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Модуль 1 «Общие сведения о системах и элементах автоматике»	20 (20)	2 (1)	2 (2)	-	16 (17)	3 , с. 7-124; 4 , с.5-40; 6 , с. 10-52, 91-101; 9 , с. 3-86; 11 , с.3-52
	Тема 1. Основные понятия, определения и терминология автоматике	4,5 (4,25)	0,5 (0,25)	-	-	4 (4)	3 , с. 7-14, 24-37; 4 , с.5-22; 9 , с. 3-30; 11 , с. 3-8
	Тема 2. Цели и принципы управления	4,25 (4,25)	0,25 (0,25)	-	-	4 (4)	3 , с. 14-15, 39-41; 4 , с. 22-31; 9 , с. 70-79; 11 , с. 4-16
	Тема 3. Схемы систем ручного и автоматического управления	4,25 (4)	0,25 (0)	-	-	4 (4)	3 , с. 15-17, 98-128; 4 , с. 22-31; 6 , с. 10-52, 91-101; 9 , с. 40-70; 11 , с. 4-16
	Тема 4. Математическое описание систем автоматического управления	7 (7,5)	1 (0,5)	2 (2)	-	4 (5)	3 , с. 17-18, 37-39, 41-62, 79-98; 4 , с. 32-40; 9 , с. 30-39, 79-86; 11 , с. 22-52
2.	Модуль 2 «Технические средства автоматике и телемеханики»	40 (40)	2 (2)	-	6 (6)	32 (32)	2 , с. 3-143; 3 , с. 24-38; 4 , с. 41-69; 6 , с. 10-52; 9 , с.89-188; 11 , с.16-22
	Тема 1. Классификация и общие характеристики элементов автоматике	6,25 (6,25)	0,25 (0,25)	-	-	6 (6)	2 , с. 3-6; 16-22; 57-60, 101-104; 3 , с. 24-38; 4 , с.16-22; 6 , с.41-43; 9 , с.89-95; 11 , с.16-22

	Тема 2. Измерительные элементы систем автоматики	7,5 (7,5)	0,5 (0,5)	-	2 (2)	5 (5)	2, с. 16-56; 4, с.43-51; 9, с. 95-120; 11, с.16-22
	Тема 3. Задающие устройства и элементы сравнения	6,25 (6,25)	0,25 (0,25)	-	2 (2)	4 (4)	4, с. 51-60; 9, с. 121-129; 11, с.16-22
	Тема 4. Управляющие и корректирующие элементы	6,25 (6,25)	0,25 (0,25)	-	2 (2)	4 (4)	2, с. 57-100; 9, с. 129-143; 11, с.16-22
	Тема 5. Переключающие устройства (реле)	6,25 (6,25)	0,25 (0,25)	-	-	4 (4)	2, с. 77-86; 4, с.16-22; 9, с. 170-180
	Тема 6. Исполнительные механизмы	5,25 (5,25)	0,25 (0,25)	-	-	5 (5)	2, с. 101-143; 4, с. 60-66; 9, с. 170-181; 11, с.16-22
	Тема 7. Регулирующие органы	4,25 (4,25)	0,25 (0,25)	-	-	4 (4)	4, с. 66-69; 9, с. 182-188; 11, с.16-22
3.	Модуль 3 «Анализ систем автоматического управления»	40 (40)	4 (2)	2 (2)	-	34 (36)	3, с. 39-61, 72-79, 98-167; 4, с.69-81; 9, с.40-89; 11, с.40-77
	Тема 1. Типовые звенья системы автоматического управления	11 (12,5)	1 (0,5)	-	-	10 (12)	3, с. 39-61; 4, с.69-81; 9, с.40-89; 11, с.40-52
	Тема 2. Соединение звеньев в САУ	9 (8,5)	1 (0,5)	-	-	8 (8)	2, с. 72-79; 4, с.69-81; 9, с.40-89; 11, с.40-57
	Тема 3. Синтез САУ	9 (8,5)	1 (0,5)	-	-	8 (8)	2, с. 98-127; 4, с.69-81; 9, с.40-89; 11, с.70-77
	Тема 4. Анализ устойчивости и качества работы САУ	11 (10,5)	1 (0,5)	2 (2)	-	8 (8)	2, с. 128-167; 4, с.69-81; 9, с.40-89; 11, с.52-60, 70-77
4.	Модуль 4 «Автоматизация технологических процессов в АПК»	56 (56)	2 (2)	-	-	54 (54)	4, с.82-280; 9, с.210-354; 11, с. 97-100
	Тема 1. Автоматизация технологических процессов в полеводстве	4 (4)	-	-	-	4 (4)	4, с.82-109; 11, с. 97-100
	Тема 2. Автоматизация технологических процессов в сооружениях защищенного грунта	8,5 (8,5)	0,5 (0,5)	-	-	8 (8)	4, с.109-144; 9, с.263-308; 11, с. 97-100
	Тема 3. Автоматизация процессов послеуборочной обработки зерна	5 (5)	-	-	-	5 (5)	4, с.144-167; 11, с. 97-100;
	Тема 4. Автоматизация хранилищ сельскохозяйственной продукции	4 (4)	-	-	-	4 (4)	4, с.167-189; 9, с.308-354; 11, с. 97-100
	Тема 5. Автоматизация процессов приготовления и раздачи кормов	4 (4)	-	-	-	4 (4)	4, с.189-209; 9, с.210-224; 11, с. 97-100
	Тема 6. Автоматизация технологических процессов в животноводстве	6 (6)	-	-	-	6 (6)	4, с. 97-100; 6, с.210-235
	Тема 7. Автоматизация технологических процессов в птицеводстве	5 (5)	-	--	-	5 (5)	4, с.235-244; 11, с. 97-100
	Тема 8. Автоматизация оборудования для создания микроклимата	6,5 (6,5)	0,5 (0,5)	-	-	6 (6)	4, с.315-337; 9, с.243-262; 11, с. 97-100
	Тема 9. Автоматизация систем энергообеспечения объектов АПК	9 (9)	1 (1)	-	-	8 (8)	4, с.281-314; 11, с. 97-100
	Тема 10. Автоматизация водоснабжения и водоотведения	4 (4)	-	-	-	4 (4)	4, с.261-280; 11, с. 97-100
5.	Модуль 5 «Информационно-управляющие системы»	24	2 (1)	-	4 (0)	18 (23)	2, с. 144-187; 3, с. 234-272; 4, с.22-31; 9, с.144-209; 11, с. 16-22,77-98
	Тема 1. Логические элементы и устройства	9,5 (8,25)	0,5 (0,25)	-	2 (0)	7 (8)	3, с. 234-272; 4, с.22-31; 9, с.144-169; 11, с. 16-22,77-98

Тема 2. Цифровые системы автоматического управления	9,5 (8,25)	0,5 (0,25)	-	2 (0)	7 (8)	2, с. 144-187; 3, с. 234-272; 4, с.22-31; 9, с.189-209; 11, с.77-98
Тема 3. Системы телемеханики	5 (7,5)	1 (0,5)	-	-	4 (7)	4, с.22-31; 9, с.189-209; 11, с. 16-22
Итого:	180 (180)	12 (8)	4 (4)	10 (6)	154 (162)	

Примечание: в скобках указаны часы для студентов, обучающихся по индивидуальному плану

Раздел 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

2.1. Модуль № 1: Общие сведения о системах и элементах автоматики

2.1.1. Содержание модуля:

Тема 1.1: Основные понятия, определения и терминология автоматики.

Основные понятия и определения. Характеристика и классификация систем управления. Структура системы автоматизации. Обратные связи. Особенности автоматизации технологических процессов в АПК, состояние и перспективы развития. Общие сведения об объектах управления. Свойства объектов управления.

Тема 1.2: Цели и принципы управления.

Цели управления. Законы автоматического управления. Структура и принципы управления технологическими процессами в АПК. Типовые алгоритмы управления и регуляторы. Качество работы систем автоматизации.

Тема 1.3: Схемы систем ручного и автоматического управления.

Структурные схемы ручного и автоматического управления, их элементы и назначение. Функциональные схемы систем управления технологическими процессами. Принципиальные электрические схемы систем управления.

Тема 1.4:

Математическое описание систем автоматического управления.

Основные понятия математического моделирования. Составление уравнений систем автоматического управления. Линеаризация уравнений. Математические модели статического и динамического режимов работы системы автоматического управления, методы их линеаризации. Динамические характеристики элементов и систем автоматического управления. Логарифмические частотные характеристики.

2.1.2. Методические указания по изучению модуля № 1

Студенту необходимо внимательно и тщательно изучить материал данного модуля, поскольку он является базовым по отношению ко всем остальным модулям. Недопонимание основ автоматики может привести к трудностям при изучении материалов следующих модулей.

Для освоения материала данного модуля рекомендуется использовать литературу, предлагаемую в библиографическом списке и таблице № 1.3.1, информацию, выложенную на платформу ЭИОС, вести краткий конспект.

В целях проверки и закрепления своих знаний по темам данного модуля студенту целесообразно ответить на вопросы для самоконтроля и выполнить тестовые задания для самостоятельной работы, результаты выполнения которой будут учитываться в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

2.1.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое автоматизация? В чем заключается автоматизация технологических процессов?
2. В чем отличие автоматизированных систем от автоматических? Какие виды автоматических систем вы знаете?
3. Что такое объект управления? Чем отличаются его технологические и регулируемые параметры?
4. Что такое возмущающие воздействия, входные и выходные сигналы системы автоматического управления.
5. Назовите основные свойства объектов управления и раскройте содержание каждого из них.
6. Дайте определение алгоритма управления и назовите типовые алгоритмы (законы) управления.
7. Назовите виды обратных связей и дайте их определение. Раскройте содержание обратной связи.
8. Какие принципы управления применяются при проектировании систем автоматизации и что они собой представляют?
9. Что представляют собой устойчивость и качество работы систем автоматического управления?
10. Что называется процессом управления, переходным и установившимся процессом?
11. Перечислите динамические характеристики и укажите их назначение.
12. Перечислите и охарактеризуйте типовые воздействия.

2.1.4. Задания для самостоятельной работы

Задания для самостоятельной работы содержат тесты с выбором одного правильного ответа. Результаты выполнения данных тестов, в полном объеме представленных на платформе ЭИОС, учитываются в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

1. Объектом управления называют:

1. Сельскохозяйственный агрегат;
2. Производственное предприятие;
3. Условно обособленную совокупность элементов материального мира, в которой процессы подвергаются целенаправленным воздействиям.

2. Величины, характеризующие внешнее влияние на объект управления, называют:

1. Входными переменными или воздействиями;
2. Нагрузкой;
3. Возмущающими воздействиями или возмущениями.

3. Система автоматического управления состоит из:

1. Объекта управления и управляющего устройства;
2. Управляющего и исполнительного элементов;
3. Объекта управления и человека-оператора.

4. *Управляющими воздействиями называют:*

1. Воздействия на входы объекта, вырабатываемые управляющим устройством или человеком-оператором;
2. Воздействия внешней среды;
3. Воздействия, поступающие в систему помимо управляющего устройства.

5. *Нагрузка – это:*

1. Воздействия внешней среды на систему управления;
2. Возмущающее воздействие, поступающее в систему помимо управляющего устройства и влияющее на выходные величины объекта и (или) параметры, характеризующие динамические свойства объекта;
3. Возмущающее воздействие, искажающее информацию, поступающую в управляющее устройство.

6. *В разомкнутых системах используется:*

1. Текущая информация о состоянии объекта управления;
2. Текущая информация о выходных переменных объекта управления;
3. Априорная информация и (или) текущая информация о нагрузке.

7. *В замкнутой системе реализуется принцип управления:*

1. По возмущению; 2. По нагрузке.
3. По отклонению управляемой величины от заданного (или от ее экстремального) значения;

8. *Управление в замкнутой системе называют:*

1. Регулированием; 2. Компенсацией; 3. Слежением.

9. *Математическую модель динамической системы непрерывного действия в общем случае представляют:*

1. Разностным уравнением; 2. Алгебраическим уравнением;
3. Дифференциальным уравнением.

10. *Величины, характеризующие внешнее влияние на объект управления, называют:*

1. Входными переменными или воздействиями;
2. Управляющими воздействиями; 3. Возмущающими воздействиями.

2.2. Модуль № 2: Технические средства автоматики и телемеханики

2.2.1. Содержание модуля:

Тема 2.1:

Классификация и общие характеристики элементов автоматики.

Основные понятия. Классификация элементов автоматики. Общие характеристики элементов автоматики. Статический и динамический режим работы элементов.

Тема 2.2: Измерительные элементы систем автоматики.

Общие сведения об измерительных преобразователях. Классификация измерительных преобразователей. Механические, электромеханические и тепловые измерительные преобразователи. Статические и динамические характеристики измерительных преобразователей. Структурные схемы измерительных преобразователей. Унификация и стандартизация измерительных преобразователей. Датчики технологических параметров: линейных и угловых перемещений, скорости, деформации, силы, температуры, давления, влажности и др.

Тема 2.3: Задающие устройства и элементы сравнения.

Задающие устройства, их назначение в системах автоматики и классификация. Сравнивающие устройства, их назначение и классификация. Виды сравнивающих устройств.

Тема 2.4: Управляющие и корректирующие элементы.

Общие сведения об усилителях и их классификация. Магнитные усилители. Электромашинные усилители. Усилители на транзисторах. Тиристорные усилители. Операционные усилители.

Тема 2.5: Переключающие устройства (реле).

Общие сведения и классификация реле. Нейтральные электромагнитные реле постоянного тока. Тяговые и механические характеристики электромагнитного реле. Электромагнитные реле переменного тока. Поляризованные электромагнитные реле. Контактные реле. Средства дуго- и искрогашения. Реле времени. Тепловые реле.

Тема 2.6: Исполнительные механизмы.

Общая характеристика исполнительных устройств, их назначение и классификация. Электромеханические исполнительные механизмы: электродвигатели, электромагнитные муфты, электромагниты и реле. Электропневматические и электрогидравлические исполнительные механизмы.

Тема 2.7: Регулирующие органы.

Общие сведения о регулирующих органах. Регулирующие органы для твердых, жидких и газообразных веществ. Регулирующие органы для энергетических потоков.

2.2.2. Методические указания по изучению модуля № 2

Для освоения материала данного модуля рекомендуется использовать литературу, предлагаемую в библиографическом списке и таблице № 1.3.1, а также изучить информацию, выложенную на платформу ЭИОС; целесообразно вести краткий конспект.

В целях проверки и закрепления своих знаний по темам данного модуля студенту целесообразно ответить на вопросы для самоконтроля и решить задания для самостоятельной работы, результаты выполнения которой будут учитываться в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

2.2.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется элементом системы автоматического управления? Из каких типовых элементов состоит система автоматического управления?

2. Что такое статический и динамический коэффициенты преобразования?
3. Что такое порог чувствительности и зона нечувствительности элемента?
4. Что называют измерительным преобразователем, первичным преобразователем, датчиком? Что они собой представляют? Какие виды энергии используются в преобразователях?
5. Перечислите основные характеристики датчиков.
6. Перечислите виды датчиков. Каковы их устройство, принцип действия и назначение?
7. Дайте определение элемента сравнения. Объясните функциональную сущность и свойства элементов сравнения.
8. Что называется задающим элементом? Перечислите основные виды задающих устройств. Объясните их функциональную сущность.
9. Каково назначение усилителей в составе системы автоматического управления? Перечислите основные характеристики усилителей.
10. Каковы основные свойства реле? Охарактеризуйте основные этапы работы реле.
11. Дайте определение исполнительного механизма. Перечислите основные требования, предъявляемые к исполнительным электродвигателям.
12. Дайте определение регулирующего органа. Приведите примеры регулирующих органов, применяемых для твердых, жидких и газообразных веществ, а также энергетических потоков.

2.2.4. Задания для самостоятельной работы

Задания для самостоятельной работы содержат тесты с выбором одного правильного ответа. Результаты выполнения данных тестов, в полном объеме представленные на платформе ЭИОС, учитываются в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

1. Необходимую для управления информацию о выходных величинах объекта и внешних воздействиях получают в виде значений отдельных физических величин с помощью соответствующих технических устройств, которые в автоматике называют:

1. Корректирующими элементами;
2. Управляющими элементами;
3. Измерительными преобразователями.

2. Для получения унифицированных аналоговых сигналов применяют измерительные преобразователи, называемые:

1. Передающими;
2. Нормирующими;
3. Первичными.

3. Усилители мощности контактные и бесконтактные (тиристорные и магнитные) используют для непосредственного воздействия на входы:

1. Элементов сравнения;
2. Корректирующих элементов;
3. Исполнительных элементов.

4. Исполнительные элементы систем в пожароопасных и взрывоопасных цехах выполняют на базе:

1. Пневматических исполнительных механизмов;

2. Механизмов электрических однооборотных и многооборотных;

3. Механизмов электрических прямоходных.

5. *Электромагнитные приводы, преобразующие энергию электрического тока в поступательное движение регулирующего органа объекта управления, называют:*

1. Электромагнитными исполнительными механизмами;

2. Электромагнитными муфтами; 3. Электромеханическими муфтами.

6. *Магнитоуправляемый контакт, помещенный в герметизированный баллон, (геркон) относят к исполнительным механизмам:*

1. Релейным; 2. Электромагнитным; 3. Электродвигательным.

7. *Вибрационные питатели предназначены:*

1. Для подачи из бункера, не имеющего дна, мелко- и крупнокусковых материалов;

2. Для подачи мелких плохо сыпучих веществ (комбикорма);

3. Для подачи волокнистых веществ (солома, силос и т.п.).

2.3. Модуль № 3: Анализ систем автоматического управления

2.3.1. Содержание модуля:

Тема 3.1: Типовые звенья системы автоматического управления.

Режимы работы объекта. Простейшие звенья: пропорциональное, интегрирующее, дифференцирующее; их временные и частотные характеристики. Звенья первого и второго порядков: апериодическое звено первого порядка, колебательное звено, консервативное звено, апериодическое звено второго порядка; их временные и частотные характеристики. Трансцендентные звенья, их временные и частотные характеристики.

Тема 3.2: Соединение звеньев в САУ.

Типовые соединения звеньев. Сложные соединения звеньев. Аппроксимация сложных объектов совокупностью нескольких типовых звеньев.

Тема 3.3: Синтез САУ.

Структурные схемы систем автоматического управления (САУ), правила их преобразования. Определение передаточной функции замкнутой системы по передаточным функциям разомкнутой системы. Передаточные функции типовой одноконтурной САУ.

Тема 3.4: Анализ устойчивости и качества работы САУ.

Понятие устойчивости САУ. Условия устойчивости линейных САУ. Анализ устойчивости замкнутой системы. Критерии устойчивости САУ. Запасы устойчивости. Критические значения параметров САУ. Построение областей устойчивости. Показатели качества работы САУ. Оптимальные процессы регулирования. Анализ качества работы замкнутой САУ. Оценка точности работы САУ в установившемся режиме. Методы расчета динамических показателей качества процесса управления. Особенности анализа линейных систем с постоянным запаздыванием и нелинейных САУ.

2.3.2. Методические указания по изучению модуля № 3

Для освоения материала модуля № 3 рекомендуется использовать литературу, предлагаемую в библиографическом списке и таблице № 1.3.1, а также изучить информацию по данной теме, представленную на платформе ЭИОС; также целесообразно вести краткий конспект изучаемого материала.

В целях проверки и закрепления своих знаний по темам модуля студенту предлагается ответить на вопросы для самоконтроля и выполнить задания для самостоятельной работы, результаты которой будут учитываться в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

2.3.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Что называют типовым динамическим звеном? Перечислите их и приведите примеры их практической реализации.
2. Перечислите типы соединений линейных звеньев.
3. Каковы выходной сигнал и передаточная функция систем с последовательным и параллельным соединением звеньев?
4. Каковы выходной сигнал и передаточная функция системы с параллельно-встречным соединением звеньев?
5. Сформулируйте основные правила преобразования структурных схем САУ.
6. Что называют устойчивостью САУ? Какими показателями она определяется? В чем заключается необходимое условие устойчивости САУ?
7. Перечислите критерии устойчивости САУ. Какова их сущность?
8. Что понимают под запасом устойчивости? Чем определяется форма задания запаса устойчивости?
9. Что понимают под степенью устойчивости системы? Какой показатель качества она оценивает?
10. Каким образом может быть оценена склонность системы к колебательности?

2.3.4. Задания для самостоятельной работы

Задания для самостоятельной работы содержат тесты с выбором одного правильного ответа. Результаты выполнения данных тестов, в полном объеме представленных на платформе ЭИОС, учитываются в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

1. Отношение изображений (преобразований) Лапласа выходных и входных сигналов линейной стационарной системы называют:

1. Её передаточной функцией;
2. Её переходной функцией;
3. Её весовой функцией.

2. Передаточная функция интегрирующего звена определяется следующим выражением:

1. $W(s) = 1/(Ts)$;
2. $W(s) = k$;
3. $W(s) = e^{-sT}$.

3. Передаточная функция цепи из двух последовательно соединённых звеньев равна:

1. Произведению передаточных функций этих звеньев;
2. Сумме передаточных функций этих звеньев;
3. Разности передаточных функций этих звеньев.
4. *Перемещение в левой полуплоскости в направлении от мнимой оси всех корней характеристического уравнения системы способствует увеличению её:*
 1. Быстродействия;
 2. Колебательности;
 3. Инерционности.
5. *Необходимым и достаточным условием устойчивости линейной системы является:*
 1. Расположение всех вещественных корней её характеристического уравнения в левой полуплоскости;
 2. Расположение всех комплексно-сопряжённых корней её характеристического уравнения в левой полуплоскости;
 3. Расположение всех вещественных и комплексно-сопряжённых корней её характеристического уравнения в левой полуплоскости.
6. *Система, состоящая из последовательно и (или) параллельно соединённых устойчивых линейных звеньев, заведомо:*
 1. Устойчива;
 2. Неустойчива;
 3. Находится на границе устойчивости.
7. *Система с передаточной функцией $M(s) = 5/(Ts + 1)$ при любых отрицательных значениях коэффициента T :*
 1. Устойчива;
 2. Неустойчива;
 3. Находится на границе устойчивости.
8. *Система с передаточной функцией $M(s) = 5/(T^2s^2 - s + 1)$ при любых вещественных значениях коэффициента T :*
 1. Устойчива;
 2. Неустойчива;
 3. Находится на границе устойчивости.
9. *Показателями качества управления в переходном режиме работы системы являются:*
 1. Интегральный квадратичный критерий, динамическая ошибка, время регулирования;
 2. Дисперсия управляемой величины, статическая погрешность;
 3. Запас устойчивости, параметрическая чувствительность.
10. *Система с передаточной функцией $M(s) = 8/[(s^2 + 1)(s + 2)(s + 3)]$:*
 1. Устойчива;
 2. Неустойчива;
 3. Находится на границе устойчивости.

2.4. Модуль № 4: Автоматизация технологических процессов в АПК

2.3.1. Содержание модуля:

Тема 4.1: Автоматизация технологических процессов в полеводстве.

Общие сведения. Системы автоматического контроля работы мобильных сельскохозяйственных агрегатов. Системы автоматического управления положением рабочих органов и режимами работы мобильных сельскохозяйственных агрегатов.

Тема 4.2: Автоматизация технологических процессов в сооружениях защищенного грунта.

Общие сведения. Автоматизация гидропонных и пленочных теплиц, парников. Автоматическое управление температурным режимом в блочных теплицах. Автоматическое управление температурным режимом в ангарных теплицах. Автоматическое управление поливом и увлажнением в теплицах. Автоматическое управление концентрацией раствора минеральных удобрений. Автоматическое управление подкормкой углекислым газом и досвечиванием растений. Автоматизация теплиц для выращивания грибов.

Тема 4.3: Автоматизация процессов послеуборочной обработки зерна.

Общие сведения. Автоматизация процессов очистки и сортировки зерна. Оптимизация автоматического управления очистительными и сортировочными машинами. Автоматизация зерносушилок. Автоматизация процесса активного вентилирования зерна. Автоматизация взвешивания продукции.

Тема 4.4: Автоматизация хранилищ сельскохозяйственной продукции.

Общие сведения. Характеристика овощехранилища как объекта управления микроклиматом. Автоматические системы управления микроклиматом в овощехранилищах. Автоматизация фрукто- и зернохранилищ. Автоматизация учета, контроля и сортирования сельскохозяйственной продукции.

Тема 4.5: Автоматизация процессов приготовления и раздачи кормов.

Общие сведения. Автоматизация агрегатов для приготовления травяной муки. Автоматизация процесса гранулирования и брикетирования кормов. Автоматизация комбикормовых агрегатов. Автоматизация процессов приготовления кормовых смесей. Автоматизация дробилок и процессов переработки корнеклубнеплодов.

Тема 4.6:

Автоматизация технологических процессов в животноводстве.

Общие сведения. Автоматизация кормления и поения животных. Автоматизация дозирования корма и учета продукции. Автоматизация процесса доения коров. Автоматизация первичной обработки молока. Автоматизация систем навозоуборки и навозоудаления.

Тема 4.7: Автоматизация технологических процессов в птицеводстве.

Общие сведения. Автоматизация кормления птицы. Автоматизация поения птицы, уборки помета и сбора яиц. Автоматизация инкубационного процесса. Автоматизированные технологические линии убоя птицы.

Тема 4.8: Автоматизация оборудования для создания микроклимата.

Общие сведения. Автоматизация вентиляционных установок. Автоматизация нагревательных установок. Автоматическое управление освещением птичников.

Тема 4.9: Автоматизация систем энергообеспечения объектов АПК

Общие сведения. Автоматизация тепловых котельных. Автоматика безопасности котельных установок. Системы автоматического управления котельными. Автоматизация электрических установок для подогрева воды, воздуха и получения пара. Автоматизация систем сельскохозяйственного газоснабжения. Автоматизация систем электроснабжения сельского хозяйства. Автоматизация бытовых установок и оборудования фермерских хозяйств.

Тема 4.10: Автоматизация водоснабжения и водоотведения.

Общие сведения. Автоматизация водонасосных установок для ферм и населенных пунктов. Станции управления насосными агрегатами. Автоматизация гидромелиоративных систем. Автоматизация процессов управления влажностным режимом почв. Автоматизация насосных станций для мелиорации. Автоматизация перекачки сточных вод.

2.4.2. Методические указания по изучению модуля № 4

Для освоения материала данного модуля рекомендуется использовать литературу, предлагаемую в библиографическом списке и таблице № 1.3.1, а также изучить информацию по данной теме, представленную на платформе ЭИОС; также целесообразно вести краткий конспект изучаемого материала.

В целях проверки и закрепления своих знаний по темам модуля студенту предлагается ответить на вопросы для самоконтроля и выполнить задания для самостоятельной работы, результаты которой будут учитываться в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

2.4.3. Вопросы для самоконтроля:

1. Объясните назначение систем автоматического контроля и управления режимами работы мобильных сельскохозяйственных агрегатов (МСА).
2. Какие технологические процессы автоматизируют в теплицах?
3. Как происходит автоматическое управление температурой воздуха в теплице?
4. Как автоматически управляют влажностью воздуха и грунта в теплице?
5. Для чего предназначены и как работают схемы автоматического управления подкормкой растений углекислым газом?
6. Как осуществляется автоматизация процессов очистки и сортировки зерна?
7. Как осуществляют автоматизацию шахтных и барабанных сушилок?
8. Как работает теплогенератор сушилок? Охарактеризуйте сушилку как объект автоматизации.
9. Охарактеризуйте овощехранилище как объект автоматизации.
10. Объясните работу технологической схемы автоматического управления температурой в овощехранилище.
11. Поясните работу схемы автоматизации агрегата для приготовления травяной муки.
12. Поясните работу схемы управления электрооборудованием комбикормового цеха ОКЦ-15.
13. Поясните работу схемы автоматизации дозирования и смешивания компонентов комбикормов.
14. Объясните принцип действия электрической схемы раздачи кормов крупному рогатому скоту, свиньям.
15. Объясните устройство и принцип действия отдельных элементов системы автоматизации доения коров.

16. Какие способы и средства управления микроклиматом используют на животноводческих фермах?

17. Объясните принцип действия приточно-вытяжной системы вентиляции типа ПВУ.

18. Объясните работу технологической и принципиальной схемы управления теплогенератором типа ТГ.

2.4.4. Задания для самостоятельной работы

Задания для самостоятельной работы содержат тесты с выбором одного правильного ответа. Результаты выполнения данных тестов, в полном объеме представленных на платформе ЭИОС, учитываются в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

1. К основным методам управления направлением движения мобильных сельскохозяйственных агрегатов (МСА) по рабочей длине гона относятся:

1. Копирование и программное вождение;
2. Программное вождение и дистанционное управление;
3. Копирование и дистанционное управление;
4. Естественное и искусственное ориентирование;
5. Копирование, программное вождение, дистанционное управление, естественное и искусственное ориентирование;
6. Полный ответ не приведен.

2. Основными управляющими воздействиями САУ температурой воздуха и почвы в теплице в холодное время года являются:

1. Изменения температуры и расхода теплоносителя в системе обогрева;
2. Изменение режима работы калориферов;
3. Изменение режима работы калориферов и открытие вентиляционных форточек;
4. Изменения температуры и расхода теплоносителя в системе обогрева и изменение режима работы калориферов;
5. Полный ответ не приведен.

3. В блочных теплицах в основном используют:

1. Водяной обогрев;
2. Калориферный обогрев;
3. Комбинированный обогрев.

4. Параметры автоматической сушки зерна выбирают с учетом:

1. Биофизических свойств зерна;
2. Технологических показателей процесса сушки;
3. Биофизических свойств зерна и технологических показателей процесса сушки;
4. Полный ответ не приведен.

5. Установите соответствие между способом дозирования кормов и областью его применения:

1. Массовое порционное дозирование.
2. Объемное порционное дозирование.
3. Объемное порционное дозирование.

А. Линии по производству комбикормов.

Б. Линии по переработке кормов при составлении простых полнорационных смесей.

В. Линии по приготовлению премиксов, белково-витаминных добавок и комбикормов.

6. В системе автоматизации регулирования вентиляционных установок входной величиной управляемого объекта является:

1. Температура внутри помещения.
2. Подача вентилятора или пропорциональное ей положение регулирующего органа.

3. Температура наружного воздуха.

4. Изменение потерь теплоты через ограждения.

5. Тепловыделения животных.

7. В автоматической системе обогрева производственного помещения выходной величиной теплогенератора является:

1. Температура воздуха в помещении.

2. Количество подаваемого топлива в единицу времени.

3. Количество теплоты, подаваемое в единицу времени в помещение.

8. Автоматизированные установки первичной обработки молока состоят из:

1. Центробежного молокоочистителя, пластинчатого пастеризатора и охладителя.

2. Пластинчатого пастеризатора, теплообменника-регенератора и охладителя.

3. Центробежного молокоочистителя, теплообменника-регенератора и пластинчатого пастеризатора.

4. Центробежного молокоочистителя, теплообменника-регенератора, пластинчатого пастеризатора и охладителя.

5. Полный ответ не приведен.

2.5. Модуль № 5: Информационно-управляющие системы

2.5.1. Содержание модуля:

Тема 5.1: Логические элементы и устройства

Общие сведения. Основные положения алгебры логики. Базовые логические элементы. Триггерные структуры. Цифровые микроэлектронные устройства: регистры, счетчики импульсов, шифраторы, дешифраторы и распределители, АЦП и ЦАП.

Тема 5.2: Цифровые системы автоматического управления

Включение ЭВМ в САУ. Системы числового программного управления. Промышленные роботы. Управляющие микроЭВМ и микроконтроллеры. Структура микропроцессорных управляющих устройств. Микропроцессоры в системах управления объектами. Программное обеспечение систем контроля и управления. Сопряжение ЭВМ с объектом управления.

Тема 5.3: Системы телемеханики

Основные понятия. Принципы построения систем телемеханики. Линии связи. Методы преобразования сигналов.

2.5.2. Методические указания по изучению модуля № 5

Для освоения материала модуля № 5 рекомендуется использовать литературу, предлагаемую в библиографическом списке и таблице № 1, а также изучить информацию по данной теме, представленную на платформе ЭИОС; также будет полезно вести краткий конспект изучаемого материала.

В целях проверки и закрепления своих знаний по темам модуля студенту предлагается ответить на вопросы для самоконтроля и выполнить задания для самостоятельной работы, результаты которой будут учитываться в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

2.5.3. Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение логического элемента. Назовите базовые логические элементы и приведите их примеры.
2. Дайте определение триггера. Объясните его назначение и принцип действия.
3. Что представляют собой регистры? Объясните их назначение.
4. Что представляют собой счетчики импульсов? Поясните принцип их действия.
5. Что представляют собой шифраторы, дешифраторы и распределители? Объясните их назначение.
6. Дайте определение аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Назовите и поясните две основные схемы построения АЦП.
7. Дайте определение цифроаналогового преобразователя (ЦАП). Что лежит в основе работы цифроаналогового преобразователя?
8. Что представляет собой микропроцессор? Перечислите основные части микропроцессора и их функции.
9. Назовите основные части микроЭВМ и охарактеризуйте выполняемые ими функции.
10. В чем заключается особенность работы ЭВМ в АСУ ТП?
11. В чем заключается магистрально-модульный принцип построения электронных средств САУ? Перечислите основные магистрально-модульные системы.
12. Что такое телемеханика? Какова структурная схема телемеханической системы?
13. Каково назначение систем телеизмерения, телеуправления, телерегулирования передачи данных?
14. Перечислите основные элементы телемеханики. Каково их назначение?
15. Какие методы преобразования сигналов используют в системах телемеханики? Какова их сущность?

2.5.4. Задания для самостоятельной работы

Задания для самостоятельной работы содержат тесты с выбором одного правильного ответа. Результаты выполнения данных тестов, в полном объеме представленных на платформе ЭИОС, учитываются в рейтинговой оценке знаний студента по дисциплине «Автоматика».

1. *Цифровое устройство, имеющее два устойчивых состояния равновесия и выполняющее роль электронного реле, называется:*

1. Триггером. 2. Регистром. 3. Счетчиком импульсов.

2. *Установите соответствие между основными логическими операциями и их сущностью:*

1. Инверсия. 2. Дизъюнкция. 3. Конъюнкция.

А. Преобразование сложного высказывания из простых.

Б. Преобразование истинного высказывания в ложное или наоборот.

3. *Установите соответствие между выполняемой логической операцией и ее условным символьным обозначением на схеме:*

1. Конъюнкция. А. = 1

2. Дизъюнкция. Б. 1

3. Инверсия. В. &

4. *Логическое устройство, предназначенное для последовательного опроса логических состояний большого числа переменных и передачи их на один выход, называется:*

1. Счетчиком импульсов. 2. Регистром. 3. Мультиплексором.

5. *МикроЭВМ состоит из:*

1. Микропроцессора, полупроводниковой памяти и источника питания.

2. Микропроцессора, полупроводниковой памяти, источника питания и средств связи с периферийными устройствами.

3. Микропроцессора, полупроводниковой памяти и средств связи с периферийными устройствами.

4. Микропроцессора, полупроводниковой памяти, пульта управления и средств связи с периферийными устройствами.

5. Микропроцессора, полупроводниковой памяти, источника питания, пульта управления и средств связи с периферийными устройствами.

6. Полный ответ не приведен.

6. *Программно-управляющее устройство, производящее преобразование двоичных чисел и выполненное в виде одной или нескольких интегральных схем, называется:*

1. Микропроцессором. 2. Ремиконтом.

3. Программируемым контроллером.

7. *Выходной величиной ЦАП обычно является:*

1. Электрическое напряжение. 2. Код счетчика.

3. Как электрическое напряжение, так и код сигнала.

8. *Совокупность технических средств, обеспечивающих независимую передачу сигналов между одним пунктом управления и одним контролируемым пунктом, называется:*

1. Линией связи. 2. Каналом связи. 3. Сетью связи.

9. Система телемеханики состоит из следующих элементов:

1. Источник информации, шифратор, передатчик, приемник.

2. Источник информации, шифратор, передатчик, дешифратор.

3. Источник информации, шифратор, канал связи, дешифратор, приемник.

4. Источник информации, передатчик, канал связи, приемник.

5. Источник информации, передатчик, канал связи, приемник, получатель информации.

6. Источник информации, шифратор, передатчик, канал связи, приемник, дешифратор, получатель информации.

7. Полный ответ не приведен.

10. Полосой пропускания называют:

1. Отношение мощности сигнала к мощности шума.

2. Отношение мощностей сигнала в начале линии связи и на некотором расстоянии от входа.

3. Диапазон частот, в котором обеспечивается качественная передача сигналов по линии связи.

4. Максимальное количество информации, которое можно передать по линии связи в единицу времени без ошибок.

11. Установите соответствие между типом канала связи и возможным направлением передачи сигналов:

1. Симплексный канал. 2. Дуплексный сигнал. 3. Полудуплексный сигнал.

А. Возможна передача сигналов в обоих направлениях одновременно.

Б. Сигналы передаются только в одном направлении.

В. Направление передачи сигналов может быть изменено в любой момент времени.

12. Установите соответствие между импульсными методами модуляции и изменением параметров несущего колебания:

1. Амплитудно-импульсная модуляция. А. Длительность.

2. Частотно-импульсная модуляция. Б. Момент появления.

3. Широтно-импульсная модуляция. В. Частота.

4. Фазоимпульсная модуляция. Г. Амплитуда.

Раздел 3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

3.1. Методические указания по выполнению контрольной работы

Учебным планом по дисциплине «Автоматика» предусмотрена одна контрольная работа, содержащая пять задач. Каждый студент выполняет индивидуальные задания согласно своему варианту, который определяется по последней цифре личного шифра.

Контрольная работа должна быть выполнена аккуратно, в отдельной тетради разборчивым почерком (чернилами синего или черного цвета), содержать

тему задания, его решение, библиографический список и должна быть подписана студентом (с указанием даты выполнения).

Допускается выполнение контрольной работы в текстовом редакторе Microsoft Word (шрифт Times New Roman, петит 14). В этом случае работа предоставляется на рецензию в распечатанном виде на бумаге формата А4.

При оформлении контрольной работы расчетные формулы записывают в общем виде символами, принятыми в ГОСТах. Пояснения символов формулы с указанием их размерностей даются под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка пояснения начинается с начала строки со слова «где» без двоеточия после него. Ссылки в тексте на литературу задаются в косых или квадратных скобках, например, /2/ или [3,с.25], если при этом указывается страница.

Примеры решения и оформления задач контрольной работы приведены в приложениях.

Контрольные работы, выполненные не по шифру либо небрежно, не рецензируются.

3.2. Задания для контрольной работы

Задача №1:

Определить передаточную функцию в операторной форме автоматической системы управления, которая описывается уравнением:

Таблица 3.2.1

Последняя цифра шифра	Уравнение системы управления (y – выход, u - вход)
1	$\ddot{y} + 2\dot{y} + 4y + 3u = 7\ddot{u} + 5\dot{u} + 4u$
2	$\ddot{y} + 4\dot{y} + 3y = \ddot{u} + 3\dot{u} + 2u$
3	$\ddot{y} + 4\dot{y} + 3y = 5\dot{u} + 4u$
4	$\ddot{y} + 5\dot{y} + 6y = \ddot{u} + 3\dot{u} + 2u$
5	$\ddot{y} + 4\dot{y} + 3y + y = \ddot{u} + 4\dot{u} + 3u$
6	$\ddot{y} + 3\dot{y} + 2y = \ddot{u} + 4\dot{u} + 3u$
7	$\ddot{y} + 8\dot{y} + 16y + y = \ddot{u} + 5\dot{u} + 4u$
8	$\ddot{y} + 2\dot{y} + 15y + y = \ddot{u} + 5\dot{u} + 4u$
9	$\ddot{y} + 5\dot{y} + 4y = \ddot{u} + 4\dot{u} + 3u$
0	$\ddot{y} + 5\dot{y} + 4y + y = \ddot{u} + 4\dot{u} + 3u$

Задача №2:

На вход системы подается сигнал $u = 2\sin 0,5t$. Определить в установившемся режиме реакцию системы на входное воздействие при следующих передаточных функциях:

Таблица 3.2.2

Последняя цифра шифра	Передаточная функция системы
1	$W(s) = \frac{s + 1}{(s + 2)(0,04s^2 + 0,2s + 1)}$

2	$W(s) = \frac{2(s+2)}{(s+1)(0,09s^2 + 0,3s + 1)}$
3	$W(s) = \frac{3(s+1)}{(s+3)(0,16s^2 + 0,4s + 1)}$
4	$W(s) = \frac{4(s+3)}{(s+1)(0,25s^2 + 0,5s + 1)}$
5	$W(s) = \frac{5(s+3)}{(s+1)(0,36s^2 + 0,6s + 1)}$
6	$W(s) = \frac{6(s+4)}{(s+1)(0,49s^2 + 0,7s + 1)}$
7	$W(s) = \frac{7(s+4)}{(s+1)(0,64s^2 + 0,8s + 1)}$
8	$W(s) = \frac{8(s+5)}{(s+3)(0,25s^2 + 0,7s + 1)}$
9	$W(s) = \frac{9(s+5)}{(s+2)(0,16s^2 + 0,56s + 1)}$
0	$W(s) = \frac{10(s+5)}{(s+4)(0,36s^2 + 0,84s + 1)}$

Задача №3:

С помощью критерия Гурвица исследовать устойчивость систем управления, характеристические уравнений которых имеют вид:

Таблица 3.2.3

Последняя цифра шифра	Характеристическое уравнение системы
1	$\lambda^4 + 3\lambda^3 + 5\lambda^2 + 7\lambda + 4 = 0$
2	$\lambda^4 + 4\lambda^3 + 3\lambda^2 + 5\lambda + 4 = 0$
3	$\lambda^4 + 5\lambda^3 + 11\lambda^2 + 19\lambda + 18 = 0$
4	$\lambda^4 + 3\lambda^3 + 7\lambda^2 + 19\lambda + 18 = 0$
5	$\lambda^4 + 5\lambda^3 + 6\lambda^2 + 10\lambda + 8 = 0$
6	$\lambda^4 + 5\lambda^3 + 7\lambda^2 + 11\lambda + 8 = 0$
7	$4\lambda^4 + 4\lambda^3 + \lambda^2 + 3\lambda + 2 = 0$
8	$\lambda^4 + 6\lambda^3 + 11\lambda^2 + 7\lambda + 3 = 0$
9	$\lambda^4 + 5\lambda^3 + 7\lambda^2 + 5\lambda + 6 = 0$
0	$\lambda^4 + 4\lambda^3 + 5\lambda^2 + 7\lambda + 3 = 0$

Задача №4:

С помощью критерия Михайлова исследовать устойчивость замкнутой системы управления, у которой передаточная функция в разомкнутом состоянии имеет вид:

Таблица 3.2.4

Последняя цифра шифра	Передаточная функция $W(s)$
1	$\frac{s+1}{s^3 + 2s^2 + s + 1}$

2	$\frac{2s + 1}{s^3 + 3s^2 + s + 2}$
3	$\frac{s + 4}{s^3 + 2s^2 + s + 1}$
4	$\frac{s + 1}{s^3 + 3s^2 + s}$
5	$\frac{s + 2}{s^3 + 0,5s^2 + s + 1}$
6	$\frac{s + 3}{s^3 + 6s^2 + 3s + 2}$
7	$\frac{s + 3}{s^3 + 2s^2 + 3s}$
8	$\frac{s + 10}{s^3 + 3s^2 + 2s}$
9	$\frac{s + 5}{s^3 + 2s^2 + s}$
0	$\frac{s + 5}{s^3 + 2s^2 + 3s}$

Задача №5:

Определить передаточные функции (в операторной форме и в изображениях) дискретных систем, которые описываются следующими разностными уравнениями (y - выход, u - вход):

Таблица 3.2.3

Последняя цифра шифра	Разностное уравнение дискретной системы
1	$y(t + 2T) + 0,6y(t + T) + 0,05y(t) = 0,1u(t + T) + u(t)$
2	$y(t + 2T) + 2y(t + T) + 0,25y(t) = 0,2u(t + T) + 5u(t)$
3	$y(t + 2T) + 3y(t + T) + 2y(t) = u(t + T) + u(t)$
4	$y(t + 3T) + 2y(t + T) + y(t) = 2u(t + T) + u(t)$
5	$y(t + 3T) + 2y(t + 2T) + 3y(t) = u(t + 2T) + 2u(t)$
6	$y(t + 2T) + 0,6y(t + T) + 0,05y(t) = 0,1u(t + T) + u(t)$
7	$y(t + 2T) + 5y(t + T) + 6y(t) = 2u(t + T) + 6u(t)$
8	$y(t + 2T) + 5y(t + T) + 6y(t) = u(t + T) + 2u(t)$
9	$y(t + 3T) + 2y(t + 2T) + y(t) = u(t + 2T) + u(t)$
0	$y(t + 3T) + 2y(t + T) + 3y(t) = u(t)$

3.3. Методические рекомендации по решению задач

3.3.1. Методические рекомендации по решению задачи № 1

Для того чтобы определить передаточную функцию (в операторной форме) автоматической системы управления, которая описывается уравнением

$$\dot{y} - y = \dot{u} - u, \quad (1.1)$$

необходимо применить оператор $p^k x = x^{(k)}$ и записать данное уравнение в символической форме:

$$p^2 y - y = pu - u \text{ или } (p^2 - 1)y = (p - 1)u. \quad (1.2)$$

Передаточная функция этой системы управления в операторной форме имеет вид:

$$W(p) = \frac{p - 1}{p^2 - 1}. \quad (1.3)$$

Передаточная функция в изображениях Лапласа получается подстановкой $p = s$:

$$W(s) = W(p) |_{p=s=j\omega} = \frac{s - 1}{s^2 - 1} = \frac{s - 1}{(s - 1)(s + 1)} = \frac{1}{s + 1}. \quad (1.4)$$

3.3.2. Методические рекомендации по решению задачи № 2

Рассмотрим, как определить в установившемся режиме реакцию системы, если известна ее передаточная функция

$$W(s) = \frac{s + 4}{(s + 1)(0,04s^2 + 0,2s + 1)}, \quad (2.1)$$

а на ее вход подается гармонический сигнал

$$u = 2\sin 3t. \quad (2.2)$$

Для этого перейдем от передаточной функции в изображениях Лапласа $W(s)$ к частотной передаточной функции $W(j\omega)$, произведя подстановку $s = j\omega$, где $j = \sqrt{-1}$, в формулу (2.1).

Получаем:

$$W(j\omega) = \frac{j\omega + 4}{(j\omega + 1)(-0,04\omega^2 + 0,2j\omega + 1)}. \quad (2.3)$$

Частота подаваемого на вход системы сигнала составляет $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$.

Произведем ее оценку:

$$\omega \leq \frac{1}{T} = \frac{1}{0,2} = 5. \quad (2.4)$$

Подставим значение частоты в формулу (2.3):

$$W(j\omega) |_{\omega=3} = \frac{3j + 4}{(3j + 1)(-0,04 \cdot 3^2 + 0,2 \cdot 3j + 1)} = \frac{3j + 4}{(3j + 1)(0,6j + 0,64)} \quad (2.5)$$

Амплитудно-частотная характеристика:

$$A(\omega) = |W(j\omega)| = \sqrt{U^2(\omega) + V^2(\omega)} \quad (2.6)$$

Фазочастотная характеристика:

$$\varphi(\omega) = \arg W(j\omega) = \arctg \frac{V(\omega)}{U(\omega)} \quad (2.7)$$

При частоте входного сигнала $\omega = 3 \text{ с}^{-1}$ получаем:

$$A(3) = \frac{\sqrt{3^2 + 4^2}}{\sqrt{3^2 + 1^2} \sqrt{0,6^2 + 0,64^2}} = \frac{5}{3,16 \cdot 0,88} = 1,8 \quad (2.8)$$

$$\varphi(3) = \arctg \frac{3}{4} - \arctg \frac{3}{1} - \arctg \frac{0,6}{0,64} = -1,36 \quad (2.9)$$

При гармоническом входном воздействии (2.2) в устойчивых системах после окончания переходного процесса выходная переменная также изменяется по гармоническому закону с той же частотой, но с другой амплитудой и фазой. Амплитуда равна амплитуде входного сигнала, умноженной на модуль частотной передаточной функции $|W(j\omega)|$, а сдвиг фазы – ее аргументу $argW(j\omega)$. Поэтому если система с передаточной функцией $W(j\omega)$ устойчива, то после окончания переходного процесса выходной сигнал имеет вид:

$$y = |W(j\omega)|u_m \sin(\omega t + \psi + \varphi(\omega)), \quad (2.10)$$

где u_m - постоянная амплитуда входного сигнала,

ψ - начальный сдвиг фазы,

$|W(j\omega)| = A(\omega)$ - модуль частотной передаточной функции,

$\varphi(\omega) = argW(j\omega)$ - аргумент частотной передаточной функции.

С учетом этого выходной сигнал системы в установившемся режиме имеет вид:

$$y = 1,8 \cdot 2 \sin(3t - 1,36) = 3,6 \sin(3t - 1,36). \quad (2.11)$$

3.3.3. Методические рекомендации по решению задачи № 3

Для оценки устойчивости системы управления исследуем ее характеристическое уравнение

$$\lambda^4 + 4\lambda^3 + 6\lambda^2 + 10\lambda + 7 = 0 \quad (3.1)$$

Для системы управления четвертого порядка ($n = 4$) характеристическое уравнение имеет вид:

$$a_4\lambda^4 + a_3\lambda^3 + a_2\lambda^2 + a_1\lambda + a_0 = 0. \quad (3.2)$$

Выпишем коэффициенты характеристического уравнения:

$$a_4 = 1, a_3 = 4, a_2 = 6, a_1 = 10, a_0 = 8 \quad (3.3)$$

Все коэффициенты положительны, поэтому необходимое условие устойчивости выполнено.

Составим определитель Гурвица:

$$\Delta_4 = \begin{vmatrix} a_3 & a_1 & 0 & 0 \\ a_4 & a_2 & a_0 & 0 \\ 0 & a_3 & a_1 & 0 \\ 0 & a_4 & a_2 & a_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 10 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 7 & 0 \\ 0 & 5 & 10 & 0 \\ 0 & 1 & 6 & 7 \end{vmatrix}. \quad (3.4)$$

Определим его главные миноры:

$$\Delta_1 = a_3 = 5 > 0; \quad (3.5)$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_3 & a_1 \\ a_4 & a_2 \end{vmatrix} = a_3 a_2 - a_4 a_1 = 5 \cdot 6 - 1 \cdot 10 = 20 > 0; \quad (3.6)$$

$$\begin{aligned} \Delta_3 &= \begin{vmatrix} a_3 & a_1 & 0 \\ a_4 & a_2 & 0 \\ 0 & a_3 & a_1 \end{vmatrix} = a_3 a_2 a_1 - a_1^2 a_4 - a_3^2 a_0 = 10 \cdot 6 \cdot 5 - 10^2 \cdot 1 - 5^2 \cdot 7 = \\ &= 300 - 100 - 175 = 25 > 0. \end{aligned} \quad (3.7)$$

$$\Delta_4 = a_0 \Delta_3 = 7 \cdot 25 = 175 > 0. \quad (3.8)$$

Следовательно, достаточное условие критерия устойчивости Гурвица выполняется. Поэтому данная система управления является устойчивой.

3.3.4. Методические рекомендации по решению задачи № 4

Для анализа устойчивости замкнутой системы управления по ее передаточной функции в разомкнутом состоянии

$$W(s) = \frac{20}{0,032s^3 + 0,84s^2 + s} \quad (4.1)$$

определим характеристическое уравнение замкнутой системы управления:

$$D(s) = 0,032s^3 + 0,84s^2 + s + 20 = 0. \quad (4.2)$$

Произведем подстановку $s = j\omega$ в (4.2) и найдем выражение для характеристического вектора:

$$D(j\omega) = 0,032(j\omega)^3 + 0,84(j\omega)^2 + j\omega + 20 = -0,032\omega^3j - 0,84\omega^2 + j\omega + 20 \quad (4.3)$$

Теперь определим выражения для вещественной и мнимой частей:

$$U(\omega) = 20 - 0,84\omega^2; \quad V(\omega) = \omega - 0,032\omega^3. \quad (4.4)$$

После чего определяем значения частот, при которых кривая Михайлова пересекает мнимую ось. Для этого находим вещественные корни уравнения $U(\omega) = 0$:

$$20 - 0,84\omega^2 = 0; \quad \omega = 4,9 \text{ с}^{-1}. \quad (4.5)$$

Затем определяем значения частот, при которых кривая Михайлова пересекает вещественную ось. Для этого находим вещественные корни уравнения $V(\omega) = 0$. Получаем:

$$\omega - 0,032\omega^3 = 0; \quad \omega = 0 \text{ и } \omega = 5,6 \text{ с}^{-1}. \quad (4.6)$$

После этого определяют координаты точек пересечения кривой Михайлова с осями координат. Результаты вычислений сводим в таблицу:

$\omega, \text{с}^{-1}$	$U(\omega)$	$V(\omega)$
0	20	0
4,9	0	1,1
5,6	-6,3	0

По полученным координатам точек строим кривую Михайлова (рис. 1). Анализируя расположение этой кривой на комплексной плоскости, видим, что она последовательно обходит против часовой стрелки $n = 3$ квадранта, охватывая начало координат. Следовательно, исследуемая система 3-го порядка в замкнутом состоянии будет устойчива.

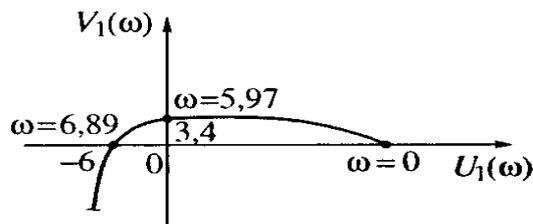


Рис. 1. Кривая Михайлова (по данным табл.)

3.3.5. Методические рекомендации по решению задачи № 5

Для определения передаточной функции (в операторной форме) дискретной системы управления, описываемой разностным уравнением

$$y(t + 2T) + 3y(t + T) + 4y(t) = 2u(t + T) + u(t), \quad (5.1)$$

используем оператор смещения E и представим уравнение (5.1) в операторном виде.

Так как $Ex(t) = x(t + T)$, $E^k x(t) = x(t + kT)$, то уравнение (5.1) примет вид

$$(E^2 + 3E + 4)y(t) = (2E + 1)u(t) \quad (5.2)$$

Передаточная функция (в операторной форме) данной системы управления имеет вид

$$W^*(E) = \frac{2E + 1}{E^2 + 3E + 4} \quad (5.3)$$

Найдем передаточную функцию дискретной системы в z -преобразованиях $W^*(z)$, используя соотношение

$$W^*(z) = W^*(E)|_{E=z}. \quad (5.4)$$

Осуществив подстановку $E = z$ в выражение (5.3), получаем

$$W^*(z) = \frac{2z + 1}{z^2 + 3z + 4} \quad (5.5)$$

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. Общие методические указания по дисциплине	3
1.1. Цели и задачи дисциплины	3
1.2. Библиографический список	4
1.3. Распределение учебного времени по модулям и темам дисциплины	5
Раздел 2. Содержание учебных модулей дисциплины и методические указания по ее изучению	7
2.1. Модуль 1. Общие сведения о системах и элементах автоматики	7
2.2. Модуль 2. Технические средства автоматики и телемеханики	9
2.3. Модуль 3. Анализ систем автоматического управления	12
2.4. Модуль 4. Автоматизация технологических процессов в АПК	14
2.5. Модуль 5. Информационно-управляющие системы	18
Раздел 3. Задания для контрольной работы и методические указания по ее выполнению	21
3.1. Методические указания по выполнению контрольной работы	21
3.2. Задания для контрольной работы	22
3.3. Методические указания по решению задач	24