Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Лениногорский филиал

Кафедра Технологии машиностроения и приборостроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЛФ КНИТУ-КАИ
_____ Р.А. Шамсутдинов
09 09 2017 г.
Регистрационный номер 0428. 78/17-22

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Теория автоматического управления»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.15**

Направление подготовки: **15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»**

Квалификация: **бакалавр**

Направленность (профиль) программы: **Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств**

Виды профессиональной деятельности: **производственно-технологическая; проектно-конструкторская**

Лениногорск 2017 г.

Рабочая программа составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г. № 1000, и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.05, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «31» августа 2017 г., протокол №6.

Рабочую программу дисциплины (модуля) разработали:

к.т.н., доцент кафедры технологии машиностроения и приборостроения _____ Иевлев В.О.,

старший преподаватель кафедры информационных технологий _____ Лямов Ю.О.

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры ТМиП, протокол № 2 от 01.09.2017г

Заведующий кафедрой ТМиП, к.т.н., доцент _____ Г.С. Горшенин

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	кафедра ТМиП	01.09.2017	2	_____ зав. кафедрой ТМиП Г.С. Горшенин
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия ЛФ КНИТУ-КАИ	01.09.2017	2	_____ Председатель УМК З.И. Аскарова
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	01.09.2017		_____ Библиотекарь А.Г. Страшнова

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Основной целью изучения дисциплины является изложение основных положений теории автоматического управления и принципов построения на ее основе систем автоматического управления, методов анализа и синтеза технических систем, использующих автоматическое управление при решении задач машиностроения.

1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Задачи дисциплины: Во время обучения студенты должны получить теоретические знания и практические навыки по расчёту динамических и частотных характеристик систем автоматического управления (САУ), ознакомиться с современными методами оценки и коррекции основных показателей качества САУ. С помощью лекций, практических занятий в лабораториях с использованием современных методов и технических средств обучения, выполнения контрольной работы включая самоподготовку, студент получает знания в объеме, достаточном для их успешного практического применения, грамотной эксплуатации и постановки задач по проектированию и модернизации систем управления в различных отраслях машиностроения.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в состав вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Логическая и содержательная связь дисциплин, участвующих в формировании представленных в п.1.5 компетенций:

Компетенция: ПК-4
Одновременные дисциплины: Основы физико-технических методов обработки, Электрофизические и электрохимические методы обработки, Управление системами и процессами в машиностроении, Основы управления технологическими системами
Последующие дисциплины: Технологическая оснастка, Технологическая сборочная оснастка, Проектирование машиностроительных производств, Формообразующий инструмент, Производство и проектирование металлорежущих инструментов, Автоматизация производственных процессов в машиностроении, Автоматизация технологической подготовки производства, Диагностика и обеспечение безопасности технологических процессов и оборудования, Обработка на станках с числовым программным управлением, Технологическая наладка станков с числовым программным управлением, Металлообрабатывающие станки, Эффективная эксплуатация станков, Производственная технологическая практика, Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
Компетенция: ПК-18
Предшествующие дисциплины: Метрология, стандартизация и сертификация,
Одновременные дисциплины: Управление системами и процессами в машиностроении, Основы управления технологическими системами
Последующие дисциплины: Метрологическое обеспечение машиностроительных производств, Диагностика и обеспечение безопасности технологических процессов и оборудования, Преддипломная практика, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
Компетенция: ПК-19

Предшествующие дисциплины: Метрология, стандартизация и сертификация, Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Одновременные дисциплины: Электротехника и электроника, Оборудование машиностроительных производств, Нормирование точности в машиностроении, Допуски и посадки в машиностроении

Последующие дисциплины: Автоматизация технологической подготовки производства, Экономика машиностроительного производства, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

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

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр	
	в ЗЕ	в часах	5	
			в ЗЕ	в часах
Общая трудоемкость дисциплины	**3**	**108**	**3**	**108**
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)	**1**	**36**	**1**	**36**
Лекции	0,5	18	0,5	18
Практические занятия				
Лабораторные работы	0,5	18	0,5	18
Самостоятельная работа студента	**2**	**72**	**2**	**72**
Проработка учебного материала	2	72	2	72
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации				
Промежуточная аттестация	**Зачет**			

Таблица 1б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр	
	в ЗЕ	в часах	6	
			в ЗЕ	в часах
Общая трудоемкость дисциплины	**3**	**108**	**3**	**108**
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)	**0,34**	**12**	**0,34**	**12**
Лекции	0,17	6	0,17	6
Практические занятия				
Лабораторные работы	0,17	6	0,17	6
Самостоятельная работа студента	**2,55**	**92**	**2,55**	**92**
Проработка учебного материала	2,11	76	2,11	76
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Контрольная работа	0,44	16	0,44	16
Подготовка к промежуточной аттестации	**0,11**	**4**	**0,11**	**4**
Промежуточная аттестация	**Зачет**			

1.5. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
ПК-4 - способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа			
Знание (ПК-4З) Знание принципов построения САУ; способов представления сигналов, характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества линейных САУ	Знание принципов построения САУ; способов представления сигналов, характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества линейных САУ	Знание принципов построения САУ; способов представления сигналов, характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества, методов синтеза линейных САУ	Знание принципов построения САУ; способов представления сигналов, характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества, методов синтеза линейных САУ, особенностей нелинейных и импульсных САУ и методов их анализа
Умение (ПК-4У) Умение использовать принципы построения САУ, способы представления сигналов, характеристики типовых звеньев, методы исследования устойчивости и качества линейных САУ	Умение использовать принципы построения САУ, способы представления сигналов, характеристики типовых звеньев, методы исследования устойчивости и качества линейных САУ	Умение использовать принципы построения САУ, способы представления сигналов, характеристики типовых звеньев, методы исследования устойчивости и качества, методы синтеза линейных САУ	Умение применять знания о принципах построения САУ, способах представления сигналов, характеристиках типовых звеньев, методах исследования устойчивости и качества, методах синтеза линейных САУ, особенностях нелинейных и импульсных САУ и методах их анализа
Владение (ПК-4В) Владение принципами построения САУ, способами представления сигналов, характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества линейных САУ	Владение принципами построения САУ, способами представления сигналов, характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества линейных САУ	Владение принципами построения САУ, способами представления сигналов, характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества, методами синтеза линейных САУ	Владение принципами построения САУ, способами представления сигналов, характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества, методами синтеза линейных САУ, методами

			исследования нелинейных и импульсных САУ
ПК-18 - способностью участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению			
Знание (ПК-183) Знание свойств объектов управления, принципов управления по возмущению и по ошибке, законов и программ управления, правил получения передаточных функций различных соединений звеньев, частотных и временных характеристик основных звеньев, критериев устойчивости и качества линейных САУ	Знание свойств объектов управления, принципов управления по возмущению и по ошибке, законов и программ управления, правил получения передаточных функций различных соединений звеньев, частотных и временных характеристик основных звеньев, критериев устойчивости и качества линейных САУ	Знание свойств объектов управления, принципов управления по возмущению и по ошибке, уравнений и передаточных функций типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотных и временных характеристик, критериев устойчивости и качества, методов улучшения качества	Знание свойств объектов управления, принципов управления по возмущению и по ошибке, уравнений и передаточных функций типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотных и временных характеристик, критериев устойчивости и качества, методов улучшения качества; типовых статических характеристик нелинейных звеньев, методов анализа устойчивости нелинейных САУ; принципов устройства и основ анализа дискретных САУ
Умение (ПК-18У) Умение использовать на практике уравнения и передаточные функции апериодического, интегрирующего и дифференцирующего звеньев, критерии устойчивости и качества линейных САУ	Умение использовать на практике уравнения и передаточные функции апериодического, интегрирующего и дифференцирующего звеньев, критерии устойчивости и качества линейных САУ	Умение использовать на практике уравнения и передаточные функции типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотные и временные характеристики, критерии устойчивости и качества, методы улучшения качества линейных САУ	Умение использовать на практике уравнения и передаточные функции типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотные и временные характеристики, критерии устойчивости и качества, методы улучшения качества; методы анализа устойчивости нелинейных САУ и основы анализа дискретных САУ и основ анализа дискретных САУ
Владение (ПК-18В) Владение принципами управления по возмущению и по ошибке, уравнениями и передаточными функциями апериодического,	Владение принципами управления по возмущению и по ошибке, уравнениями и передаточными функциями апериодического,	Владение принципами управления по возмущению и по ошибке, уравнениями и передаточными функциями типовых звеньев линейных	Владение принципами управления по возмущению и по ошибке, уравнениями

интегрирующего и дифференцирующего звеньев, критериями устойчивости и качества линейных САУ	интегрирующего и дифференцирующего звеньев, критериями устойчивости и качества линейных САУ	САУ и их соединений, частотными и временными характеристиками, критериями устойчивости и качества, методами улучшения качества линейных САУ	и передаточными функциями типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотными и временными характеристиками, критериями устойчивости и качества, методами улучшения качества; методами анализа устойчивости нелинейных САУ, принципами устройства
ПК-19 - способностью осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией			
Знание (ПК-19З) Знание принципов построения САУ; способов представления сигналов, законов и программ управления, частотных и временных характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества линейных САУ	Знание принципов построения САУ; способов представления сигналов, законов и программ управления, частотных и временных характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества линейных САУ	Знание принципов построения САУ; способов представления сигналов, законов и программ управления, уравнений и передаточных функций типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотных и временных характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества, методов синтеза линейных САУ	Знание принципов построения САУ; способов представления сигналов, законов и программ управления, уравнений и передаточных функций типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотных и временных характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества, методов синтеза линейных САУ, особенностей нелинейных и импульсных САУ и методов их анализа
Умение (ПК-19У) Умение использовать принципы построения САУ; способы представления сигналов, законы и программы управления, частотные и временные характеристики типовых звеньев, методы исследования устойчивости и качества линейных САУ	Умение использовать принципы построения САУ; способы представления сигналов, законы и программы управления, частотные и временные характеристики типовых звеньев, методы исследования устойчивости и качества линейных САУ	Умение использовать принципы построения САУ; способы представления сигналов, законы и программы управления, уравнения и передаточные функции типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотные и временные характеристики типовых звеньев, методы исследования устойчивости	Умение использовать принципы построения САУ; способы представления сигналов, законы и программы управления, уравнения и передаточные функции типовых звеньев линейных

		и качества, методы синтеза линейных САУ	САУ и их соединений, частотные и временные характеристики типовых звеньев, методы исследования устойчивости и качества, методы синтеза линейных САУ, особенности нелинейных и импульсных САУ и методы их анализа
Владение (ПК-19В) Владение принципами построения САУ; способами представления сигналов, законами и программами управления, частотными и временными характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества линейных САУ	Владение принципами построения САУ; способами представления сигналов, законами и программами управления, частотными и временными характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества линейных САУ	Владение принципами построения САУ; способами представления сигналов, законами и программами управления, уравнениями и передаточными функциями типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотными и временными характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества, методами синтеза линейных САУ	Владение принципами построения САУ; способами представления сигналов, законами и программами управления, уравнениями и передаточными функциями типовых звеньев линейных САУ и их соединений, частотными и временными характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества, методами синтеза линейных САУ, особенностями нелинейных и импульсных САУ и методами их анализа

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1. Структура дисциплины (модуля) и ее трудоемкость

Таблица 3а

Распределение фонда времени по видам занятий

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид текущего контроля успеваемости
			Лекции	Лаб. работы	Пр. занятия	Сам. работа		
	Раздел 1							ФОС ТК-1
1	1.1. Основные понятия и определения	6	1	-	-	5	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
2	1.2. Математическое описание систем управления	18	2	4	-	12	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
	Раздел 2							ФОС ТК-2
3	2.1. Устойчивость систем управления	14	2	4	-	8	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
4	2.2. Качество систем управления	12	2	2	-	8	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
5	2.3. Синтез систем управления	10	2	-	-	8	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
	Раздел 3							ФОС ТК-3
6	3.1. Дискретные системы управления	16	3	2	-	11	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
7	3.2. Импульсные системы управления	10	2	2	-	6	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
8	3.3. Нелинейные модели САУ	10	2	2	-	6	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
9	3.4. Современные методы управления	12	2	2	-	8	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
Всего за семестр		108	18	18	-	72		
Зачет							ПК-4, ПК-18, ПК-19	ФОС ПА
Итого		108	18	18	-	72		

Таблица 3б

Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид текущего контроля успеваемости
			Лекции	Лаб. работы	Пр. занятия	Сам. работа		
	Раздел 1							ФОС ТК-1
1	1.1. Основные понятия и определения	9,5	0,5	-	-	9	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль

2	1.2. Математическое описание систем управления	15,5	0,5	1	-	14	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
	Раздел 2							ФОС ТК-2
3	2.1. Устойчивость систем управления	10,5	0,5	1	-	9	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
4	2.2. Качество систем управления	10,5	0,5	1	-	9	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
5	2.3. Синтез систем управления	12,5	0,5	-	-	12	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
	Раздел 3							ФОС ТК-3
6	3.1. Дискретные системы управления	12	0,5	0,5	-	11	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
7	3.2. Импульсные системы управления	11,5	1	0,5	-	10	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
8	3.3. Нелинейные модели САУ	11	1	1	-	9	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
9	3.4. Современные методы управления	11	1	1	-	9	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
Всего за семестр		104	6	6	-	92		
Зачет						4	ПК-4, ПК-18, ПК-19	ФОС ПА
Общая трудоемкость дисциплины (количество часов/зачетных единиц)		108	18	18	-	72		

Таблица 4

Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)								
	ПК-4			ПК-18			ПК-19		
	ПК-4З	ПК-4У	ПК-4В	ПК-18З	ПК-18У	ПК-18В	ПК-19З	ПК-19У	ПК-19В
Раздел 1									
Тема 1.1	+		+	+	+		+		+
Тема 1.2	+		+	+		+	+		+
Раздел 2									
Тема 2.1		+		+	+		+	+	
Тема 2.2	+								
Тема 2.3		+		+		+			
Раздел 3									
Тема 3.1	+		+		+	+		+	+
Тема 3.2	+		+		+	+		+	+
Тема 3.3			+			+		+	+
Тема 3.4		+		+			+	+	

2.2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основные понятия и определения

Общие сведения об управлении и системах управления (СУ). Принципы управления. Структура системы управления. Законы управления. Классификация систем управления.

Литература: [1], [2]

Тема 2. Математическое описание систем управления

Модели вход-выход: дифференциальные уравнения; передаточные функции; временные и частотные характеристики. Модели вход-состояние-выход. Формы представления математических моделей. Преобразование форм представления моделей. Построение математических моделей СУ. Характеристики СУ с последовательным и параллельным соединением звеньев, соединением звеньев с обратной связью. Построение

структурных схем по передаточной функции. Типовые звенья. Составление уравнений динамики типовых звеньев.

Литература: [2]

Тема 3. Устойчивость систем управления

Анализ непрерывных линейных САУ; способы описания (уравнения состояния, передаточные функции, структурные схемы) и характеристики линейных систем, управляемость и наблюдаемость системы; оценки качества регулирования и устойчивости. Задачи анализа. Анализ устойчивости. Методы оценки устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Инвариантность СУ. Формы инвариантности. Селективная инвариантность к степенным воздействиям. Селективная инвариантность к гармоническому воздействию. Инвариантность систем с типовой структурой. Чувствительность СУ. Чувствительность систем с типовой структурой. Чувствительность систем со сложной структурой.

Литература: [1]

Тема 4. Качество систем управления

Показатели качества и типовые воздействия. Показатели качества переходных процессов. Управляемость и наблюдаемость СУ. Алгебраические критерии управляемости и наблюдаемости. Инвариантность и принцип двухканальности.

Литература: [1]

Тема 5. Синтез систем управления

Постановка задачи и основы проектирования систем управления. Особенности автоматического управления промышленными объектами и производственными процессами. Синтез автоматических управляющих устройств и систем. Общие сведения о синтезе СУ. Задачи и методы синтеза линейных СУ. Аналитическое конструирование регуляторов. Синтез наблюдателя состояния. Синтез СУ, инвариантных к возмущениям. Синтез следящих систем. Коррекция СУ. Расчет передаточных функций корректирующих устройств. Параметрический синтез СУ. Методы синтеза оптимальных и адаптивных СУ.

Литература: [1], [2]

Тема 6. Дискретные системы управления.

Анализ линейных импульсных САУ; понятие дискретного (прерывистого) автоматического управления; описание импульсных систем во временной и частотной областях; цифровое управление, описание и характеристики цифрового регулятора. Классификация дискретных систем по виду квантования. Понятия об импульсных и цифровых СУ. Обобщенные структурные схемы дискретных СУ. Решетчатые функции и разностные уравнения. Математическое описание идеального импульсного элемента. Уравнения и импульсная передаточная функция разомкнутой импульсной СУ. Частотные характеристики импульсных систем. Логарифмические частотные характеристики импульсных систем. Представление дискретных СУ в форме пространства состояний.

Литература: [1], [3]

Тема 7. Импульсные системы управления

Структурные схемы и передаточные функции замкнутых импульсных СУ. Процессы в импульсных системах. Оценка точности импульсных СУ в установившемся режиме. Устойчивость импульсных систем. Общие сведения о синтезе импульсных систем. Построение желаемых частотных характеристик. Способы коррекции. Синтез дискретных моделей.

Литература: [1], [3]

Тема 8. Нелинейные системы

Нелинейные и оптимальные САУ; способы описания и анализ нелинейных систем. Понятие оптимальных систем управления техническими объектами. Целевая функция оптимального автоматического управления и методы ее оптимизации. Безынерционные нелинейные элементы. Динамические нелинейные элементы. Нелинейные модели с раскрытой структурой. Расчетные формы нелинейных моделей. Методы линеаризации нелинейных моделей.

Литература: [2], [3]

Тема 9. Современные методы управления

Понятие об устойчивости невозмущенного движения. Первый метод Ляпунова. Применение метода для исследования устойчивости. Второй (прямой) метод Ляпунова. Применение второго метода. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Необходимое и достаточное условия абсолютной устойчивости. Постановка задачи оптимального управления. Критерии оптимизации. Методы теории оптимального управления: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование. Целевые условия и уравнения адаптивных СУ. Алгоритмы адаптивного управления. Системы с алгоритмами прямого адаптивного управления. Системы идентификационного типа. Содержание этапов синтеза адаптивных СУ. Тенденции и перспективы развития методов исследования систем автоматического управления.

Литература: [2]

2.3. Курсовой проект/ курсовая работа

Курсовое проектирование по дисциплине в соответствии с учебным планом не предусмотрено.

РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины и хранится на кафедре.

Таблица 5

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Раздел 1 «Принципы построения САУ»	ФОС ТК-1	Отчеты по лабораторным работам Средства текущего контроля (ФОС ТК-1)
2.	Раздел 2 «Анализ и синтез линейных САУ»	ФОС ТК-2	Отчеты по лабораторным работам Средства текущего контроля (ФОС ТК-2)
3.	Раздел 3 «Нелинейные и импульсные САУ»	ФОС ТК-3	Отчеты по лабораторным работам, Средства текущего контроля (ФОС ТК-3)

Типовые оценочные средства для текущего контроля:

ФОС ТК-1

1. Управление это:

а) процесс формирования команд и контроля их выполнения;

б) процесс формирования команд при наличии случайных воздействий со стороны окружающей среды;

в) целенаправленное воздействие на ОУ для достижения требуемого состояния ОУ.

2. Система управления это:

а) совокупность ОУ и окружающей среды;

б) совокупность ОУ и управляющего устройства;

в) только управляющее устройство.

3. Состояние системы -

а) минимальный набор переменных величин, способных однозначно определить положение системы в данный момент времени;

б) положение системы в пространстве независимых переменных;

в) совокупность режима работы ОУ и управляющего устройства.

4. Задающее воздействие

а) воздействие, задающее режим работы САУ;

б) заранее заданное значение управляемой величины, которое должно быть достигнуто в результате управления;

в) воздействие, задающее режим работы регулятора.

5. Ошибка управления

а) разность между задающим воздействием и управляемой величиной;

б) неточность при реализации управляющего воздействия, возникающая из-за недостаточного качества САУ;

в) ошибка, обусловленная низким качеством САУ.

6. Возмущение это

а) воздействие на объект управления со стороны окружающей среды;

б) случайное изменение управляемой величины;

в) случайное изменение управляющего воздействия.

7. Какой принцип управления применен в регуляторе Уатта?

а) управление по возмущению;

б) управление по ошибке;

в) комбинированное управление.
8. К какому типу САУ следует отнести регулятор Уатта?
а) система программного управления;
б) система стабилизации;
в) следящая система;
9. Недостатком разомкнутой САУ является
а) большая статическая ошибка управления, т.е. ошибка управления на установившемся режиме;
б) недостаточная устойчивость в переходном процессе;
в) недостаточное быстродействие.
10. Преимуществом замкнутой САУ является
а) высокое быстродействие в сочетании с малой статической ошибкой;
б) высокое качество переходного процесса;
в) низкая статическая ошибка.
11. САУ с обратной связью это:
а) комбинированные САУ;
б) разомкнутые САУ;
в) замкнутые САУ.
12. Замкнутая САУ
а) обязательно является астатической;
б) обязательно является статической;
в) может быть, как статической, так и астатической.
13. Астатическая САУ это
а) САУ, в которой отсутствует статическая ошибка;
б) САУ, в которой статическая ошибка не равна 0;
в) САУ, в которой управление ведется в соответствии с пропорциональным законом.
14. Интегральный закон управления обладает
а) более высоким быстродействием, по сравнению с пропорциональным;
б) меньшую величину статической ошибки по сравнению с пропорциональным;
в) большую величину статической ошибки по сравнению с дифференциальным.
15. Дифференциальный закон управления обеспечивает
а) отсутствие статической ошибки;
б) более низкую статическую, по сравнению с пропорциональным;
в) может быть использован только в комбинации с другими законами управления.
16. Преимущества пропорционального закона управления заключаются в следующем:
а) пропорциональный закон обеспечивает меньшую статическую ошибку и большее быстродействие по сравнению с интегральным;
б) большее быстродействие по сравнению с дифференциальным и меньшую статическую ошибку по сравнению с интегральным;
в) меньшую статическую ошибку по сравнению с дифференциальным и большее быстродействие по сравнению с интегральным.
17. По какой программе следует формировать задающее воздействие в системе управления давлением, p, в емкости, если при необходимо поддерживать p=Const при $p_1<p<p_2$, а при $p<p_1$ поддерживать постоянную разность $p - p_h$, где p_h – атмосферное давление.
а) по временной программе;
б) по параметрической программе;
в) по изодромной (интегро-пропорциональной) программе.
18. При каком законе управления будет получена минимальная статическая ошибка?
а) - интегральном;
б) - пропорциональном;
в) - дифференциальном.
19. Цель линеаризации уравнения движения ОУ

а) повышение точности решения уравнения;
б) упрощение решения при потери точности;
в) упрощение решения при сохранении точности.
20. Переходная функция это
а) переходный процесс при входном воздействии в виде функции, 1(t);
б) переходный процесс при входном воздействии в виде функции δ(t);
в) функция, в соответствии с которой происходит переход от пропорционального к интегральному закону управления;
21. Передаточная функция это
а) отношение изображения оператора воздействия к изображению собственного оператора;
б) функция, описывающая передачу сигнала по цепи обратной связи;
в) отношение собственного оператора к оператору воздействия;
22. При последовательном соединении звеньев передаточная функция САУ определяется, как
а) сумма передаточных функций звеньев;
б) произведение передаточных функций звеньев;
в) отношение передаточной функции последнего звена к передаточной функции первого звена.
23. При параллельном включении звеньев передаточная функция САУ есть
а) произведение передаточных функций звеньев;
б) сумма передаточных функций звеньев;
в) отношение произведения к сумме передаточных функций звеньев;
24. При включении звеньев по схеме с обратной связью передаточная функция САУ по управляемой величине есть

а) $W_{\Sigma}(p) = \frac{W_{раз}(p)}{1 \pm W_{раз}(p)}$, где $W_{раз}(p)$ – передаточная функция разомкнутой части САУ;

б) $W_{\Sigma}(p) = \frac{1(t)}{1 \pm W_{раз}(p)}$;

в) $W_{\Sigma}(p) = \frac{y(t)}{x(t)}$;

25. Модуль частотной функции это
а) разность амплитуд выходного и входного сигналов;
б) отношение частоты выходного сигнала к амплитуде входного;
в) отношение амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного;
26. Аргумент частотной функции это
а) частоты выходного сигнала к частоте входного;
б) сдвиг по фазе выходного сигнала относительно входного;
в) отношение аргумента передаточной функции к единичной ступенчатой функции;
27. Переходная функция пропорционального звена
а) пропорциональна частотной функции звена;
б) повторяет входной сигнал, умноженный на коэффициент усиления;
в) повторяет входной сигнал.
28. Аргумент частотной функции апериодического звена первого порядка при частоте стремящейся к бесконечности
а) стремится к 0;
б) стремится к $-\pi/2$;
в) стремится к $\pi/2$.
29. Модуль частотной функции апериодического звена первого порядка при частоте больше частоты среза затухает с темпом

а) 10 дБ/дек;
б) 20 дБ/дек;
в) 40 дБ/дек.
30. Аргумент частотной функции идеального интегрирующего звена
а) стремится к 0 при частоте больше частоты среза;
б) равен $-\pi/2$ на всех частотах;
в) стремится к бесконечности;
31. Модуль частотной функции идеального интегрирующего звена
а) стремится к 0 при частотах больше частоты среза;
б) затухает с темпом 20 дБ/дек при частотах больше частоты среза;
в) затухает с темпом 20 дБ/дек.
32. Модуль частотной функции идеального дифференцирующего звена
а) уменьшается с ростом частоты;
б) затухает с темпом 20 дБ/дек при частотах больше частоты среза;
в) уменьшается с ростом частоты.
33. Аргумент частотной функции идеального дифференцирующего звена
а) стремится к 0 при частоте больше частоты среза;
б) равен $\pi/2$ на всех частотах;
в) равен $-\pi/2$ на всех частотах;
34. Инерционное интегрирующее звено можно представить в виде системы, состоящей из
а) последовательно включенных идеального интегрирующего и апериодического звеньев;
б) параллельно включенных идеального интегрирующего и апериодического звеньев;
в) параллельно включенных идеального интегрирующего и дифференцирующего звеньев;
35. Изодромное звено может быть представлено в виде системы, состоящей из
а) последовательно включенных идеального интегрирующего и апериодического звеньев;
б) параллельно включенных идеального интегрирующего и пропорционального звеньев;
в) параллельно включенных идеального дифференцирующего и пропорционального звеньев.

ФОС ТК-2

1. Устойчивость линейной САУ это
а) свойство линейной САУ возвращаться в состояние устойчивого равновесия при снятии возмущения;
б) способность линейной САУ переходить из одного устойчивого состояния в другое при отключении обратной связи;
в) способность линейной САУ возвращаться в состояние устойчивого равновесия на частоте среза.
2. Система устойчива, если
а) свободная составляющая $y_{св}(t)$ переходного процесса с течением времени стремится к нулю;
б) если свободная составляющая $y_{св}(t)$ переходного процесса с течением времени неограниченно возрастает;
в) если свободная составляющая $y_{св}(t)$ переходного процесса с течением времени не стремится ни к нулю, ни к бесконечности.
3. Для устойчивости линейной САУ необходимо, чтобы
а) вещественные части комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения были отрицательны, а мнимые - положительны;
б) вещественные части комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения были положительны, а мнимые - отрицательны;
в) вещественные части всех корней характеристического уравнения были отрицательны.
4. Линейная САУ будет находится на границе устойчивости, если

а) имеется хотя бы один корень характеристического уравнения с отрицательной вещественной частью;
б) имеется хотя бы один корень характеристического уравнения с положительной вещественной частью;
в) имеются чисто мнимые или кратные (нулевые) корни характеристического уравнения.
5. В соответствии с критерием Раусса-Гурвитца линейная САУ будет устойчива, если
а) определители a_n, a_{n-1} положительны, а остальные определители отрицательны;
б) определители a_n, a_{n-1}, отрицательны, а остальные определители положительны;
в) все определители Гурвитца положительны.
6. Для устойчивости линейной САУ n-го порядка необходимо и достаточно, чтобы годограф Михайлова при изменении частоты от 0 до ∞
а) начинался на положительной части вещественной оси и проходил последовательно против часовой стрелки n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к ∞ в n-ом квадранте;
б) начинался на положительной части вещественной оси и проходил последовательно по часовой стрелке n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к ∞ в n-ом квадранте;
в) начинался на положительной части вещественной оси и проходил последовательно по часовой стрелке n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к 0 в n-ом квадранте
7. В соответствии с критерием Михайлова САУ находится на границе устойчивости, если годограф Михайлова
а) проходит последовательно по часовой стрелке n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к ∞ в n-ом квадранте;
б) начинается в начале координат или проходит через начало координат;
в) проходит последовательно по часовой стрелке n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к 0 в n-ом квадранте.
8. Замкнутая САУ устойчива, если при изменении частоты от 0 до ∞
а) АЧХ соответствующей разомкнутой САУ пересекает линию $|K(iw)|=1$ раньше, чем ФЧХ пересекает линию $-\pi$;
б) ФЧХ соответствующей разомкнутой САУ пересекает линию $-\pi$ раньше, чем АЧХ пересекает линию $|K(iw)|=1$;
в) АЧХ соответствующей разомкнутой САУ пересекает линию $|K(iw)|=1$ на той же частоте, на которой ФЧХ пересекает линию $-\pi$;
9. К критериям точности относятся
а) полоса пропускания;
б) перерегулирование;
в) статическая ошибка.
10. К критериям запаса устойчивости относятся:
а) перерегулирование;
б) время запаздывания;
в) частота среза.
11. К критериям быстродействия относятся
а) запас устойчивости по амплитуде;
б) эквивалентная полоса пропускания;
в) показатель колебательности.
12. Какой из интегральных критериев не учитывает колебания в переходном процессе

а) $J_3 = \int_0^\infty [x^2 + T^2(x)^2]\,dt$;

б) $J_2 = \int_0^\infty [redacted](t)^2\,dt$;

в) $J_1 = \int_0^{\infty} x(t)dt$

13. Уравнение $W_R(p) = k_п + \frac{k_и}{p} + k_д p$ есть уравнение

а) изодромного регулятора;
б) интегро-дифференциального регулятора;
в) пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора.
14. Интегральная часть изодромного регулятора обеспечивает
а) снижение частоты среза;
б) увеличение быстродействия;
в) уменьшение статической ошибки.
15. Пропорционально-дифференциальный регулятор применяют для
а) снижения статической ошибки;
б) повышения быстродействия;
в) увеличения запаса устойчивости по фазе.

ФОС ТК-3

1. Импульсная (дискретная) САУ может быть представлена в виде
а) минимальный набор переменных величин, способных однозначно определить положение системы в данный момент времени;
б) положение системы в пространстве независимых переменных;
2. Корректирующие цепи применяют с целью
а) только снижения статической ошибки;
б) только повышения запаса устойчивости;
в) повышения качества процесса управления.
3. Понятие идеальный импульсный элемент вводится для
а) замены действительного импульсного элемента элементом без трения;
б) замены действительного импульсного элемента идеальным интегрирующим или дифференцирующим звеном;
в) для замены действительного импульсного элемента элементом с выходным сигналом в виде $\delta(t)S$.
4. Запас устойчивости по фазе это
а) $\beta = \pi + \psi^*$, где ψ^* - фазовое запаздывание в точке пересечения логарифмической АЧХ с линией 0;
б) $\beta = \pi - \psi^*$, где ψ^* - фазовое запаздывание в точке пересечения логарифмической АЧХ с линией 0;
в) $\beta = \pi + \psi^*$, где ψ^* - фазовое запаздывание в точке пересечения АЧХ с линией 0.
5. Запас устойчивости по амплитуде это
а) значение логарифмической АЧХ в точке пересечения ФЧХ с линией -π;
б) отношение модуля частотной функции САУ к модулю частотной функции устойчивой САУ;
в) значение логарифмической АЧХ в точке пересечения ФЧХ с линией -π, взятое со знаком -;
6. Для возникновения автоколебаний необходимым условием является
а) наличие в системе колебательного звена без трения;
б) наличие обратной связи, нелинейного элемента и источника энергии;
в) наличие обратной связи, колебательного звена и источника энергии.
7. Возможно ли состояние системы при котором она одновременно и устойчива и неустойчива

а) невозможно;
б) возможно в нелинейных системах;
в) возможно в импульсных системах.
8. Особая точка фазовых траекторий типа эллипс называется
а) устойчивый фокус;
б) неустойчивый фокус;
в) центр.
9. Особая точка системы неустойчивой колебательной системы называется
а) неустойчивый фокус;
б) неустойчивый узел;
в) седло.
10. Автоколебаниям соответствуют фазовые траектории вида
а) сходящаяся спираль с особой точкой фокус;
б) замкнутая траектория с особой точкой центр;
в) для автоколебаний невозможно построить фазовую траекторию.
11. К нелинейным характеристикам относится
а) нелинейная зависимость выходного сигнала от входного;
б) нелинейная зависимость модуля частотной функции от частоты;
в) нелинейная зависимость спектральной плотности сигнала от частоты

3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

Вопросы в билетах к зачету.

1. Основные понятия и определения ТАУ.
2. Сигналы и режимы функционирования САУ.
3. Структурные схемы и состав САУ.
4. Классификация САУ по принципу действия и виду задающего воздействия.
5.Классификация САУ математическому описанию и характеру передачи сигналов.
6. Разомкнутые САУ. Управление по возмущениям.
7. Замкнутые САУ. Управление по ошибке. Принцип обратной связи (ОС).
8. Регулятор Уатта.
9. Законы (алгоритмы) управления.
10. Программы управления.
11. Временные и статические характеристики.
12. Линеаризация уравнения движения объекта управления.
13. Переходный процесс в ОУ при скачкообразном входном воздействии.
14. Статическая ошибка замкнутой САУ при пропорциональном управлении.
15. Статическая ошибка замкнутой САУ при интегральном управлении.
16. Запись колебаний с помощью экспоненциальных функций.
17. Ряд Фурье и спектр сигнала.
18. Преобразование Лапласа, свойства преобразования Лапласа.
19. Определение передаточной функции.
20. Передаточные функции систем при различных способах соединения элементов.
21. Определение частотной функции.
22. Определение частотной функции по передаточной.
23. Частотные характеристики.
24. Позиционные звенья: апериодическое звено 1 порядка и пропорциональное звено.
25. Интегрирующие звенья: идеальное и инерционное.
26. Изодромное звено.
27. Дифференцирующие звенья: идеальное и инерционное.
28. Пропорционально-дифференцирующее звено.

29. Звенья II порядка. Классификация.
30. Переходные функции звеньев II порядка.
31. Частотные характеристики звеньев II порядка.
32. Звено с запаздыванием.
33. Неустойчивые звенья.
34. Асимптотическая устойчивость линейных САУ.
35. Диаграмма устойчивости линейной САУ.
36. Критерий устойчивости Раусса-Гурвитца.
37. Критерий устойчивости Михайлова.
38. Критерий устойчивости Найквиста.
39. Критерии точности.
40. Критерии запаса устойчивости и быстродействия, получаемые на основе анализа переходного процесса.
41. Критерии, основанные на анализе частотных характеристик.
42. Интегральные критерии качества

3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины проведение экзамена проводится в два этапа: **тестирование** и **письменное задание.**

Первый этап проводится в виде тестирования.

Тестирование ставит целью оценить **пороговый** уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого** уровня усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде **письменного задания**, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы и выполнение практического задания.

1.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица 6

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Зачтено
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Зачтено
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Зачтено
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Не зачтено

РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1.Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1.1 Основная литература

1. Ультриванов И.П. Основы теории автоматического управления линейными системами: учебное пособие. - Казань: РИЦ Школа, 2011. - 53 с.
2. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления, [Электронный ресурс]. - СПб: Лань, 2016. - 224 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/71753/#1

4.1.2. Дополнительная литература

1 Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем. , [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 632 с. – Режим доступа: https://ibooks.ru/reading.php?productid=18519
2. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. , [Электронный ресурс]. - СПб: Лань, 2013. - 208 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/5848/#2
3. Балоев А.А. Теория автоматического управления. Линейные аналоговые системы. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Казань: Издательство КГТУ, 2012. - 208 с. – Режим доступа: http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2298/375.pdf/index.html

4.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Терентьев С.А. Основы теории автоматического управления. , [Электронный ресурс]: учебное пособие по практике. - Казань: Издательство КНИТУ-КАИ, 2014. – Режим доступа: http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2285/365.pdf/index.html
2. Гаркушенко В.И. Теория автоматического управления. [Электронный ресурс]: Практическое руководство к выполнению курсовой работы: Казань, 2014. - 97с. – Режим доступа: http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2227/309.pdf/index.html
3. Аузяк А.Г., Гаркушенко В.И. Теория автоматического управления: Лабораторный практикум. Для инженерных специальностей технических университетов и вузов. [Электронный ресурс] /Казань: Издательство КНИТУ-КАИ. 2014. - 210 с. – Режим доступа: http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2229/311.pdf/index.html
4. Корнеев Н.В. Теория автоматизированного управления с практикумом: учебное пособие.- М: ИЦ Академия, 2008.- 224 с.
5. Мельников А.А. Теория автоматического управления техническими объектами автомобилей и тракторов: учебное пособие. - М: ИЦ Академия, 2003.- 280 с. - доп. УМО

4.1.4.Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия. В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу. Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений по банковской проблематике, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются

сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе практических занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий. При подготовке к практическим занятиям студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Вопросы для обсуждения, тематика сообщений, литература для подготовки к практическим занятиям указаны в настоящих рекомендациях. Кроме указанных тем, студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы. Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает в конце практических занятий, выставляя в рабочий журнал текущие оценки. Студент имеет право ознакомиться с ними. Одна из эффективных форм освоения учебного материала – это подготовка сообщений. Сообщение – это самостоятельная работа, анализирующая и обобщающая публикации по заданной тематике, предполагающая выработку и обоснование собственной позиции автора в отношении рассматриваемых вопросов. Подготовка сообщения – достаточно кропотливый труд. Его написанию предшествует изучение широкого круга экономических первоисточников, монографий, статей, обобщение личных наблюдений. Работа над сообщением способствует развитию самостоятельного, творческого мышления, учит применять экономические знания на практике при анализе актуальных социальных и правовых проблем. Рекомендуемое время сообщения - 10-12 минут. Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, первоисточников, подготовку сообщений, выступления на групповых занятиях, выполнение заданий преподавателя.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой. Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо

изучить материал с помощью учебника. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Затем, как показывает опыт, полезно изучить выдержки из первоисточников – работ выдающихся экономистов. При желании можно составить их краткий конспект. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Особенности в организации самостоятельной работы у студентов, обучающихся по заочной форме обучения. Требования, предъявляемые к студенту ОЗО преподавателем на экзамене, а в дальнейшем работодателем при приеме на работу, не отличаются от таких же требований к студентам и выпускникам ОФО. Это обстоятельство предполагает исключительно серьезное отношение к организации самостоятельной работы и соблюдение студентами заочной формы обучения определенных правил и технологии подготовки.

4.1.5. Методические рекомендации для преподавателей

ТАУ является обязательной для изучения дисциплиной и преподается студентам третьего курса, уже имеющим опыт обучения в высших учебных заведениях, поэтому одна

из основных задач преподавателя – помочь студентам привлечь знания уже изученных ими предметов. При проведении первых лекций необходимо обратить особое внимание на доступность материала и темп его изложения (для создания возможности конспектирования), дать рекомендации по организации самостоятельной работы и обеспечить контроль усвоения пройденного материала. При проведении семинаров преподаватель должен четко формулировать цель занятия и его основные вопросы. После заслушивания докладов студентов необходимо подчеркнуть положительные аспекты их работы, обратить внимание на имеющиеся неточности (ошибки), дать рекомендации по подготовке к следующим докладам. Рефераты, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, рекомендуется заслушивать в середине занятия. При подведении итогов обсуждения преподаватель оценивает каждого выступавшего студента, выделяя наиболее активных.

В целях контроля уровня подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может проводить контрольные работы.

Семинар включает в себя также элементы собеседования. Преподаватель должен осуществлять индивидуальный контроль работы студентов, давать соответствующие рекомендации, в случае необходимости помочь студенту составить план работы по изучению дисциплины. При проведении семинаров должны использоваться интерактивные методы обучения, деловые и ролевые игры.

4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.2.1 Основное информационное обеспечение

- e-library.kai.ru – Библиотека Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева
- elibrary.ru – Научная электронная библиотека
- e.lanbook.ru - ЭБС «Издательство «Лань»
- ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс
- http://znanium.com

4.2.2 Дополнительное справочное обеспечение

Не требуется

4.2.3 Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- Apache OpenOffice,
- Microsoft® Windows Professional 7 Russian,
- Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian,
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security 8,
- Техэксперт.

4.3 Кадровое обеспечение

4.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области автоматического управления производства и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в предметной области.

4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности в области автоматического управления производства, выполненных в течение трех последних лет.

4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в предметной области на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее предметной области, либо в области педагогики.

4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 7

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения	Количество единиц
для лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (Л. 304)	- мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы (шт.), стулья (шт.); - доска; - стол преподавателя, - учебно – наглядные пособия.	24, 48
для лабораторных занятий	Учебная аудитория (Лаборатория мини габаритных станков с ЧПУ) (Л. 6)	- гибкая производственная система с компьютерным управлением на базе двух станков с компьютерным управлением (программный продукт CNC) и учебного робота (ГПС1): - настольный токарный станок с ЧПУ; - настольный сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ; - учебный робот с электромеханическим управлением; - персональный компьютер с ж/к монитором и установленным лицензионным программным обеспечением; - стеллаж-накопитель заготовок; - компьютерный имитатор ГПС. - гибкий производственный модуль на базе мини-габаритных токарного и фрезерного станков с ЧПУ: - мини-габаритный многофункциональный высокооборотный, вертикально-фрезерный станок с ЧПУ; - мини-габаритный токарно-патронный станок с ЧПУ. Персональный компьютер для подготовки управляющих программ. - предустановленное программное обеспечение в следующем составе и характеристики: CAD/ CAM/ CAPP система ADEM-VX вер. 9.0; - столы для оборудования; - учебные столы (шт.), стулья (шт.); - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	6, 12
	Компьютерная аудитория (Лаборатория проектирования и моделирования) (Л: 301)	- персональный компьютер (графические станции) (шт), включенные в локальную сеть с выходом в Internet; - ЖК монитор 22"(шт.);	15, 15,

		-мультимедиа-проектор; - проекционный экран; - локальная вычислительная сеть; - столы компьютерные (шт.); - столы учебные (шт.), стулья (шт.); - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	 15, 8, 28
	Помещение для самостоятельной работы студента (Л. 112)	- персональный компьютер (шт.); - ЖК монитор 19" (шт.); - столы компьютерные (шт.); - учебные столы (шт.), стулья (шт.).	9 9 9 8:25

5. Вносимые изменения и утверждения

5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
1	2	3	4	5	6
1.	титульный лист	09.01.18	Наименование кафедры читать в следующей редакции: Кафедра машиностроения и информационных технологий		
2.	4.2.3	30.01.18	Добавить: -MATLAB		
3.	4.2.1	01.10.2018	Дополнить: Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ»		
4.	титульный лист	31.01. 2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»		
5.	Стр.2	01.07.2019	Первый абзац читать в следующей редакции «Рабочая программа составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г. № 1000 и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «01» июля 2019 г., протокол №6.		
6.	1.4	01.07.2019	Таблицы 1а и 1б читать в редакции Приложения 1		
7.	2.1	01.07.2019	Таблицы 3а и 3б читать в редакции Приложения 2		
8.	4.2.1	04.09.2019	Исключить: ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс		

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
1	2	3	4	5	6
9.	2.2	28.08.2020	Заменить раздел 3 (темы 3.1. - 3.3) на разделы, осваиваемые с использованием онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ, размещенное на открытой образовательной платформе Stepik: 1 «Имитационное моделирование» Этапы построения модели. Проверка модели на адекватность. Виды аналитических моделей: динамические, статические, оптимизационные. Примеры построения моделей различных видов. Обработка результатов экспериментов. Подготовка данных для моделирования. Понятие регрессии. Выбор регрессионной функции. Метод наименьших квадратов для определения коэффициентов регрессии. Проверка адекватности регрессионной модели.		
10.	3.1	28.08.2020	Заменить типовые оценочные средства для текущего контроля ФОС-ТК-3 по видам учебной работы, проводимым с использованием онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ, размещенного на открытой образовательной платформе Stepik, тестовые задания. Примеры тестовых заданий текущего контроля по разделу 1 «Имитационное моделирование»: 1. Отметьте правильный ответ. Моделированием называется: А. замещение модели системой, и проведение экспериментов с системой (или над системой), исследование свойств системы, опираясь на результаты экспериментов с целью получения информации о модели. Б. важнейшая сфера применения средств вычислительной техники, когда положения теории моделирования используются в различных областях науки, производства и техники. В. замещение системы моделью, и проведение экспериментов с моделью (или на модели), исследование свойств модели, опираясь на результаты экспериментов с целью получения информации о системе. с целью получения информации о модели. 2. Укажите все возможные правильные ответы. Неопределенные системы подразделяются на: А. системы с неизученными взаимосвязями		

			Б. природные В. статические Г. динамические Д. детерминированные Е. неопределенные Ж. игровые З. случайные И. недетерминированные К. непрерывные		
11.	3.2	28.08.2020	Дополнить вопросы билетов к зачёту следующими вопросами, ответы на которые представлены в разделе 1 онлайн-курса «Компьютерное моделирование»: 43. Моделирование равномерного белого шума с дисперсией 1 44. Способы оценки адекватности аналитической модели, построенной по данным эксперимента 45. Моделирование процессов в одноканальной системе массового обслуживания с отказами		
12.	4.1	28.08.2020	Дополнить списки основной и дополнительной литературы следующими учебными изданиями: **4.1.1 Основная литература:** 3. Строгалев, Валерий Петрович Имитационное моделирование: учеб.пособие / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева.- 4-е изд. - М. : МГТУ им. Н.Э. Бау-мана, 2018.- 295 с. - ISBN 978-5-7038-4825-8 : 386. **4.1.2 Дополнительная литература:** 4. Дворецкий С. И. Моделирование систем: учеб-ник для студ. вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 320 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-4737-9: 342.		
13.	4.2	28.08.2020	Дополнить **4.2.3 Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:** - С.В. Новикова, Н.Л. Валитова, Э.Ш. Кремлева Массовый открытый онлайн-курс (МООК) "Компьютерное моделирование". Ссылка на курс: https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&cid=11093417		

Приложение 1

Таблица 1.1, *а*

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:							***Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:***				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
5	3 ЗЕ/108	16	16	-	-	-	-	0,3	-	-	75,7	-	зачет
Итого	**3 ЗЕ/108**	**16**	**16**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0,3**	**-**	**-**	**75,7**	**-**	**зачет**

Таблица 1.1, б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:							***Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:***				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
6	3 ЗЕ/108	4	4	-	-	-	-	0,3	-	-	96	3,7	зачет
Итого	**3 ЗЕ/108**	**4**	**4**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0,3**	**-**	**-**	**96**	**3,7**	**зачет**

Приложение 2
Таблица 3а

Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид текущего контроля успеваемости
			Лекции	Лаб. работы	Пр. занятия	Сам. работа.		
	Раздел 1							ФОС ТК-1
1	1.1. Основные понятия и определения	6	1	-	-	5	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
2	1.2. Математическое описание систем управления	18	1	3	-	14	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
	Раздел 2							ФОС ТК-2
3	2.1. Устойчивость систем управления	14	2	3	-	9	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
4	2.2. Качество систем управления	12	2	2	-	8	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
5	2.3. Синтез систем управления	10	2	-	-	8	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
	Раздел 3							ФОС ТК-3
6	3.1. Дискретные системы управления	16	2	2	-	12	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
7	3.2. Импульсные системы управления	10	2	2	-	6	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
8	3.3. Нелинейные модели САУ	10	2	2	-	6	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
9	3.4. Современные методы управления	11,7	2	2	-	7,7	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
Контактная работа на промежуточной аттестации (зачет)		0,3	-	-	-	-	ПК-4, ПК-18, ПК-19	ФОС ПА
Итого		108	16	16	-	72		

Таблица 3б

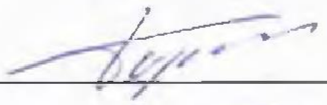
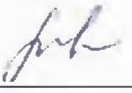
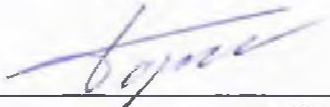
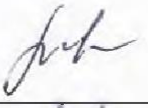
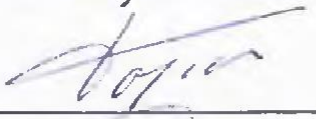
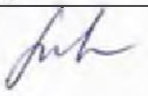
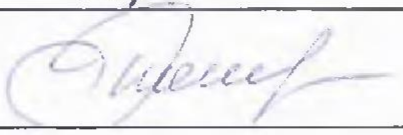
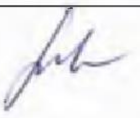
Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид текущего контроля успеваемости
			Лекции	Лаб. работы	Пр. занятия	Сам. работа.		
	Раздел 1							ФОС ТК-1
1	1.1. Основные понятия и определения	9,5	0,25	-	-	9,25	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
2	1.2. Математическое описание систем управления	15,5	0,25	0,5	-	14,75	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
	Раздел 2							ФОС ТК-2
3	2.1. Устойчивость систем управления	10,5	0,5	0,5	-	9,5	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль

4	2.2. Качество систем управления	10,5	0,5	1	-	9	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
5	2.3. Синтез систем управления	12,5	0,5	-	-	12	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
	Раздел 3							ФОС ТК-3
6	3.1. Дискретные системы управления	12	0,5	0,5	-	11	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
7	3.2. Импульсные системы управления	11,5	0,5	0,5	-	10,5	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
8	3.3. Нелинейные модели САУ	11	0,5	0,5	-	10	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
9	3.4. Современные методы управления	11	0,5	0,5	-	10	ПК-4, ПК-18, ПК-19	Текущий контроль
Подготовка к промежуточной аттестации		3,7				3,7	ПК-4, ПК-18, ПК-19	ФОС ПА
Контактная работа на промежуточной аттестации (зачет)		0,3					ПК-4, ПК-18, ПК-19	ФОС ПА
Итого		108	4	4	-	99,7		

5.2. Лист утверждения рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный год

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
2017/2018		
2018/2019		
2019/2020		
2020/2021		
2021/2022		