

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 20.05.2018 14:19:44  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

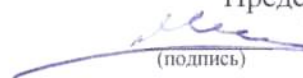
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт геологии и нефтегазодобычи  
Кафедра: «Кибернетических систем»

**УТВЕРЖДАЮ:**

Председатель СПН  
Кузяков О.Н.



(подпись)

« 29 » 08 2018 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплина «Теория автоматического управления»

направление: **15.03.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств»**

профиль: «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтяной и  
газовой промышленности»

программа академического бакалавриата

квалификация **бакалавр**

форма обучения: **очная/заочная**

курс: **3/3,4/2,3**

семестр: **5/6/4 (часть I), 6/7/5 (часть II)**

Аудиторная нагрузка 148/50/40 часов, в т.ч.:

Лекции – 66/16/18 часов: часть I – 34/8/8 часа/ часть II -32/8/10 часа

Практические занятия – 49/16/10 часов: часть I -17/8/4 часов / часть II -32/8/6 часа

Лабораторные занятия – 33/18/12 часа: часть I -17/10/6 часов/часть II -16/8/6 часов

Занятия в интерактивной форме – 32/28 часа

Самостоятельная работа –176/274/284 часов, в т.ч.:

Курсовая работа (проект) – 6/7/5 семестр

Расчётно-графические работы – не предусмотрены.

Контрольная работа – -/6/4

Вид промежуточной аттестации:

Экзамен – 5,6/6,7/4,5

Общая трудоемкость 324/324/324 часов, 8/8 зач. ед.

Рабочая программа разработана в соответствии требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению 15.03.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств» подготовки бакалавров утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. N 200 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 марта 2015 г., регистрационный N 36578).

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Кибернетических систем»

Протокол № 2

«29» 09 2018 г.

Заведующий кафедрой



Кузяков О.Н.

Рабочую программу разработал: доцент



Макарова Л.Н.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: обучение студентов основам приемов автоматического управления в системах, приемам анализа и синтеза систем управления.

Задачами изучения дисциплины являются:

- усвоение студентами основ анализа и синтеза линейных непрерывных систем,
- усвоение студентами основ анализа и синтеза линейных дискретных систем,
- изучение свойства нелинейных систем,
- изучение случайных процессов в автоматических системах управления,
- изучение методов теории оптимальных систем управления.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Часть 1 дисциплины «Теория автоматического управления» относится к вариативной части Блока 1. Часть 2 дисциплины «Теория автоматического управления» относится к вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули). Дисциплина входит в состав модуля №2 «Моделирование систем и процессов автоматизированных производств».

Для полного усвоения данной дисциплины студенты должны знать следующие дисциплины учебного плана: Математика; Программирование и алгоритмизация; Электротехника.

Знания по дисциплине «Теория автоматического управления» необходимы студентам данного направления для усвоения знаний по дисциплинам: «Автоматизация технологических процессов» (часть 1,2), а также на государственном экзамене и в расчетной части выпускной квалификационной работы.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

Номер / индекс компетенции	Содержание компетенции или ее части	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны		
		знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5
ПК-19	Способность участвовать в	3.1 – методы анализа	У.1 – самостоятельно	В.1 – методами математического

	<p>работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами</p>	<p>технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления;</p> <p>3.2 – классификацию модели систем и процессов, их виды и виды моделирования;</p> <p>3.3 – методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ);</p> <p>3.4 – основные методы анализа САУ во временной и частотных областях, способы синтеза САУ: типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем;</p>	<p>разрабатывать математические и физические модели процессов и производственных объектов, выполнять работы по расчету и проектированию средств и систем автоматизации и управления;</p> <p>У.2 – использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;</p> <p>У.3 – работать с каким либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования Mathcad, Matlab и др.</p>	<p>анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования и использовать их для решения конкретных задач;</p> <p>В.2 – навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования;</p>
<b>ПК-20</b>	<p>Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные</p>	<p>3.5 – методы и средства обеспечения единства измерений;</p> <p>3.6 – методы и средства контроля качества продукции, правила проведения контроля, испытаний и приемки продукции;</p>	<p>У.4 – проводить структурный и функциональный анализ качества сложных техногенных систем с различными схемами построения с использованием вероятностных методов;</p>	<p>В.3 – методами оценки качества сложных систем;</p> <p>В.4 – структурным и функциональным анализом качества сложных техногенных систем с различными схемами построения;</p>
<b>ПК-21</b>	<p>Способность составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок</p>	<p>3.7 – метод анализа результатов научных исследований, законодательные и нормативные методические материалы по оформлению научно-технической</p>	<p>У.5 – систематизировать и анализировать результаты исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и</p>	<p>В.5 – навыками анализа и обработки результатов научных исследований в области автоматизации технологических процессов и производств,</p>

	области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством	документации; правила оформления пояснительных записок;	производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством	автоматизированного управления жизненным циклом продукции с использованием интегрированных программных средств без реального программирования
<b>ПК-22</b>	Способность участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; Способность проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.	3.8 – фундаментальные основы учебных дисциплин; 3.9 – методы анализа научной, технической и научно-методической информации;	У.6 – накапливать и применять опыт отечественной и зарубежной науки в области автоматизации технологических процессов и производств;	В.6 – основными приемами проектирования АСУ ТП от полевого уровня до уровня АСУТП с использованием интегрированных программных средств без реального программирования;
<b>ПК-29</b>	Способность разрабатывать практические мероприятия по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления изготовлением продукции, ее	3.10 – производства отрасли, структурные схемы построения, режимы работы, математические модели производств как объектов управления; 3.11 – структуры и	У.7 – пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства.	В.7 – навыками выбора оборудования для реализации технологических процессов

жизненным циклом и качеством, производственный контроль их выполнения, а также по улучшению качества выпускаемой продукции, технического обеспечения ее изготовления, практическому внедрению мероприятий на производстве, осуществлять производственный контроль их выполнения	функции автоматизированных систем управления; 3.12 – задачи и алгоритмы: централизованной обработки информации в автоматизированной системе управления технологическими процессами (АСУ ТП) отрасли: оптимального управления технологическими процессами с помощью ЭВМ.		
---	---	--	--

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Содержание разделов и тем дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>Часть 1</b>		
1	Предмет ТАУ	Предмет и место ТАУ, связь её с кибернетикой и теорией информации. Теория развития. Роль русских учёных. Содержание курса, его место в подготовке специалистов. Общие сведения об автоматическом управлении. Основные термины и определения. Классификация систем АУ по принципам управления; по видам управления, основные законы управления.
2	Математическое описание автоматических систем управления	Составление уравнений динамики систем. Линеаризация уравнений и приведение их к форме в отклонениях. Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Передаточные функции. Частотная передаточная функция. Частотные характеристики линейных систем. Временные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики. Пропорциональное звено, форсирующее звено первого порядка, апериодическое звено первого порядка, апериодическое звено второго порядка, колебательное, консервативное звенья и примеры. Идеально интегрирующее и идеально дифференцирующее звенья, неминимально-фазовые звенья: звено чистого запаздывания, неустойчивое звено первого порядка, пример. Структурные схемы, передаточные и частотные функции стационарных линейных систем. Передаточные функции замкнутой САУ. Характеристическое уравнение замкнутой системы.
3	Устойчивость	Понятие устойчивости. Общая постановка задачи устойчивости по

	линейных систем автоматического управления	А.М. Ляпунову. Условия устойчивости линейных систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гауса. Критерий устойчивости Гурвица. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста для систем устойчивых, нейтрально-устойчивых и неустойчивых в разомкнутом состоянии. Запас устойчивости по фазе и запасы устойчивости по амплитуде. Устойчивость систем с запаздыванием.
4	Методы построения переходного процесса линейных систем управления.	Операторный метод Лапласа. Определение реакции системы управления на единичную функцию по вещественно-частотной характеристике замкнутой.
5	Методы оценки качество процесса управления	Классификация внешних воздействий. Типовые воздействия на систему. Оценка качества регулирования в установившемся режиме. Понятие о коэффициентах ошибок и их определение. Статическое и астатическое регулирование. Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции. Характер затухания переходного процесса. Прямые показатели качества: время регулирования $t_p$ , перерегулирование в %, точность управления. Оценка качества регулирования при гармонических воздействиях. Анализ качества переходного процесса по амплитудно-фазовой, амплитудно-частотной, фазо-частотной характеристикам. Показатель колебательности. Приближенная оценка качества переходного процесса по распределению нулей и полюсов. Степень устойчивости. Корневой показатель колебательности. Интегральные оценки качества регулирования. Виды интегральных ошибок. Области их применения.
6	Случайные процессы в автоматических системах управления	Случайные процессы и их основные статистические характеристики. Стационарные случайные процессы. Стационарность в узком и широком смысле. Эргодическое свойство стационарных случайных процессов. Корреляционная функция стационарного случайного процесса. Основные свойства корреляционной функции. Взаимные корреляционные функции Спектральная плотность случайного процесса. Связь между спектральной плотностью и корреляционной функцией. Спектральные плотности и корреляционные функции некоторых случайных процессов: белого шума периодического процесса и др. Прохождение случайного сигнала через линейное звено, линейную систему. Вычисление дисперсии сигнала на выходе звена, системы. Расчет оптимальных параметров типовых регуляторов по критерию минимума среднеквадратического отклонения
<b>Часть 2</b>		
7	Синтез систем управления.	Оптимальные настройки аналоговых регуляторов Расчёт оптимальных настроек регуляторов при ограничении на частотный показатель колебательности. Расчёт оптимальных настроек регуляторов при ограничении на корневой показатель колебательности. Многоконтурные системы регулирования. Расчёт оптимальных параметров многоконтурных систем регулирования.

8	Дискретные САУ	<p>Введение. Классификация дискретных систем по виду квантования. Типичная импульсная система. Типичная цифровая система. Преимущество дискретных систем. Импульсная модуляция. Виды импульсной модуляции. Эквивалентная структурная схема цифровой системы. Идеальный квантователь, экстраполятор нулевого порядка (фиксатор нулевого порядка). Приведенная непрерывная часть (ПНЧ) системы.</p> <p>Математический аппарат исследования цифровых систем управления. Решетчатая функция. Смещенная решетчатая функция. Разность решетчатых функций. Разностные уравнения. Уравнение модулятора (идеального квантователя) во временной области. Сигнал на входе и выходе идеального квантователя. Дискретное преобразование Лапласа. Прямое Z-преобразование. Основные теоремы Z-преобразования. Модифицированное Z-преобразование. Примеры.</p> <p>Z-передаточная функция. Порядок определения Z-передаточной функции. Примеры. Структурные схемы дискретных систем, и Z-передаточные функции. Передаточная функция дискретной замкнутой системы. Передаточная функция разомкнутой дискретной системы при наличии чистого запаздывания <math>W_T(z)</math>.</p> <p>Математическое описание идеального квантователя в частотной области. Спектр дискретного сигнала. Свойства импульсных модуляторов. Частотные характеристики дискретных систем. Устойчивость цифровых систем управления. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Анализ качества дискретных систем. Методы построения переходных процессов в замкнутой дискретной системе.</p>
9	Расчет настроек дискретных регуляторов.	Методика расчета настроек дискретных регуляторов. Z-преобразование. Период квантования.
10	Методы теории оптимальных систем управления	<p>Постановка задачи синтеза оптимального управления. Определение цели управления. Формулировка условий, при которых проводится решение, выбор критерия качества (оптимальности), обоснование математической модели объекта.</p> <p>Критерии оптимальности управления объектами. Функционалы, оценивающие качество в динамических системах.</p> <p>Методы оптимизации. Уравнение Эйлера и отыскание экстремалей. Принцип максимума в задачах по быстродействию. Аналитическое конструирование регулятора (АКР).</p>
11	Нелинейные системы управления	<p>Понятия и определения нелинейных систем. Процессы в нелинейных системах. Типовые нелинейности. Расчетная структурная схема нелинейной системы. Примеры нелинейной САУ.</p> <p>Методы исследования нелинейных систем. Метод гармонической линеаризации. Общая характеристика метода. Гипотеза фильтра. Комплексный коэффициент усиления нелинейного звена.</p> <p>Комплексные коэффициенты усиления типовых нелинейностей. Приближенное исследование нелинейных систем методом гармонической линеаризации. Частотный способ определения автоколебаний в нелинейных замкнутых системах. Метод Гольдфарба. Построение кривых периодических режимов в плоскости параметров системы, содержащей существенно нелинейное звено.</p>



#### 4.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Таблица 3

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Автоматизация технологических процессов		+	+	+	+					+	+	
2	Государственный экзамен	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Выпускная квалификационная работа		+	+	+	+					+	+	

#### 4.3. Разделы (модули) и темы дисциплин и виды занятий

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Сем ин.	СРС	Всего
<b>Часть 1</b>							
1	Предмет ТАУ	4/1/1	1/-/-	-/-/-	-	10/8/8	15/9/9
2	Математическое описание автоматических систем управления	6/1,5/1,5	4/1/0,5	4/1/0,5	-	13/12,5/13,5	27/16/16
3	Устойчивость линейных систем автоматического управления	6/1,5/1,5	4/3/1,5	9/4/2	-	13/40,5/44	32/49/49
4	Методы построения переходного процесса линейных систем управления.	6/1/1	2/1/0,5	-/1/1	-	13/18/18,5	21/21/21
5	Методы оценки качества процесса управления	6/1,5/1,5	4/3/1,5	4/4/2,5	-	14/19,5/22,5	28/28/28
6	Случайные процессы в автоматических системах управления	6/1,5/1,5	2/-/-	-/-/-	-	13/19,5/19,5	21/21/21
	Всего	34/8/8	17/8/4	17/10/6		76/118/126	144/144/144
<b>Часть 2</b>							
7	Синтез систем управления.	6/1,5/1,5	11/1,5/1,5	10/3/2	-	20/41/42	47/47/47
8	Дискретные САУ	6/2,5/2,5	4/1/1,5	-/1/1	-	20/25,5/25	30/30/30

9	Расчет настроек дискретных регуляторов	8/2,5/2,5	8/4,5/2,5	4/2/2	-	20/31/33	40/40/40
10	Методы теории оптимальных систем управления	6/0,5/1,5	1/-/-	2/-/-	-	20/28,5/27,5	29/29/29
11	Нелинейные системы управления	6/1/2	8/1/0,5	-/2/1	-	20/30/30,5	34/34/34
	Всего	32/8/10	32/8/6	16/8/6		100/156/158	180/180/180
ИТОГО ЧАСТЬ 1-2:		66/16/18	49/16/10	33/18/12		176/274/284	324/324/324

#### 4.4. Содержание лекционных занятий

Таблица 5

№ раздела	№ темы	Наименование лекции	Трудо-емкость (час.)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	5	6
1	1	Предмет и место ТАУ в системах автоматизации.	2/0,5/0,5	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	2	Классификация систем автоматического управления	2/0,5/0,5		
2	3	Передаточные функции. Временные и частотные хар-ки.	2/0,5/0,5		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	4	Типовые динамические звенья и их характеристики.	2/0,5/0,5		
	5	Структурные схемы. Преобразование схем.	2/0,5/0,5		
3	6	Условия устойчивости линейных систем автоматического управления.	2/-/-		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	7	Общая постановка задачи устойчивости по А.М. Ляпунову.	1/0,5/0,5		
	8	Критерий устойчивости Гауса. Критерий устойчивости Гурвица.	1/0,5/0,5		
	9	Частотные критерии устойчивости.	2/0,5/0,5		
4	10	Операторный метод Лапласа.	3/0,5/0,5		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	11	Определение реакции системы управления на единичную функцию	3/0,5/0,5		
5	12	Классификация внешних воздействий. Типовые воздействия на систему.	2/0,5/0,5		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	13	Прямые показатели качества.	2/0,5/0,5		
	14	Косвенные и интегральные показатели качества.	2/0,5/0,5		
6	15	Случайные процессы и их характеристика	2/0,5/0,5		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	16	Корреляционная функция стационарного случайного процесса	1/0,5/0,5		
	17	Спектральная плотность случайного процесса.	2/0,5/0,5		
	18	Критерий минимума среднеквадратического отклонения	1/-/-		

7	19	Оптимальные настройки аналоговых регуляторов.	1/1/1		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	20	Расчёт оптимальных настроек регуляторов при ограничении на частотный показатель колебательности.	2/1/1		
	21	Расчёт оптимальных настроек регуляторов при ограничении на корневой показатель колебательности.	2/0,5/0,5		
	22	Расчёт оптимальных параметров многоконтурных систем регулирования.	1/-/-		
8	23	Классификация дискретных систем по виду квантования.	1/0,2/0,5		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	24	Решетчатая функция. Z-преобразование.	1/0,3/0,5		
	25	Z-передаточная функция. Порядок определения.	1/0,5/1		
	26	Математическое описание идеального квантователя в частотной области.	1/0,3/0,5		
	28	Устойчивость цифровых систем управления.	1/0,2/0,5		
	29	Методы построения переходных процессов в замкнутой дискретной системе.	1/0,5/0,5		
9	30	Методика расчета настроек дискретных регуляторов.	3/0,5/0,5		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	31	Z-преобразование. Период квантования.	3/0,5/0,5		
	32	Определение показателей качества дискретной САУ	2/0,5/0,5		
10	33	Постановка задачи синтеза оптимального управления.	6/0,5/0,5		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
11	34	Понятия и определения нелинейных систем.	2/0,5/0,5		Лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме
	35	Методы исследования нелинейных систем. Метод гармонической линеаризации.	2/0,5/0,5		
	36	Комплексные коэффициенты усиления типовых нелинейностей.	2/1/1		
Итого:			66/16/18		

#### 4.5 Перечень тем семинарских, практических занятий или лабораторных работ

##### Перечень тем практических занятий

Таблица 6

№ п/п	№ раздела (модуля) и темы дисцип.	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	5	6
<b>Часть 1</b>					
1	1	Построение математической модели САР генератора постоянного тока	1/-/-	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
2	2	Примеры изучения свойств элементарного звена на примере аperiodического звена	2/0,5/0,25		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям

3		Преобразование структурных схем	2/0,5/0,25	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям	
4	3	Алгебраические критерии устойчивости Критерий Михайлова	2/1/0,5		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям	
5		Критерий Найквиста Логарифмическая форма устойчивости Найквиста	2/3/1		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям	
6		4	Построение переходных характеристик системы. Оператор Лапласа.		2/1/1	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
7	5	Оценка качества процесса управления. Прямые показатели качества.	2/2/1		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям	
8		Расчет косвенных и интегральных показателей качества.	2/1/0,5		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям	
9	6	Случайные процессы в автоматических системах управления	2/-/-		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям	
<b>Часть 2</b>						
10	7	Расчет настроек регуляторов методом Зиглера-Никольса	2/-/-		ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
11		Расчет настроек регуляторов по кривой отклика	2/0,5/0,5	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям		
12		Расчёт оптимальных настроек регуляторов при ограничении на частотный показатель колебательности.	2/1/1	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям		
13		Расчёт оптимальных настроек регуляторов при ограничении на корневой показатель колебательности.	2/-/-	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям		
14	8	Z-преобразование	2/0,5/0,5	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям	
15		Расчет дискретных передаточных функций по известным передаточным функциям непрерывных систем.	1/0,25/0,5		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям	

					заданиям
16		Построение z-передаточных функций смешанных систем	1/0,25/0,5		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
17	9	Расчет оптимальных настроек дискретных регуляторов в одноконтурных системах	2/4,5/2,5		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
18		Расчет оптимальных настроек дискретных регуляторов в двухконтурных системах	2/-/-		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
19	10	Методы теории оптимальных систем управления	1/-/-		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
20	11	Метод приспособывания граничных условий	2/-/-	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
21		Метод фазовых плоскостей	2/-/-		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
22		Метод гармонической линеаризации	2/0,5/0,5		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
23		Метод гармонического баланса	2/0,5/-		Выполнение расчетов по индивидуальным заданиям
Перечень тем лабораторных занятий, реализуемых на производственных площадках предприятий					
24		Расчёт оптимальных параметров многоконтурных систем регулирования.	3/-/-	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Практическое занятие
<b>Итого практических занятий:</b>			49/16/10		

### Перечень тем лабораторных занятий

Таблица 7

№ п/п	№ раздела (модуля) и темы дисцип.	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	5	6
1	2	Ознакомление с пакетом Matlab	0,5/0,5/0,5	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Работа на компьютерах и защита отчетов
2		Исследование свойств элементарных звеньев	2/0,5/-		Работа на компьютерах и защита отчетов
3		Приёмы структурных преобразований в	4/-/-		Работа на

		сложных системах			компьютерах и защита отчетов
4	3	Исследование устойчивости линейных систем с помощью алгебраических критериев устойчивости	4/2/1		Работа на компьютерах и защита отчетов
5		Исследование устойчивости линейных систем частотными критериями устойчивости (Михайлова и Найквиста)	4/2/1		Работа на компьютерах и защита отчетов
6	4	Построение переходных характеристик	-1/1		Работа на компьютерах и защита отчетов
7	5	Определение показателей качества системы регулирования	3/4/2,5		Работа на компьютерах и защита отчетов
8	7	Оптимальные настройки аналоговых регуляторов.	3,5/3/2		Работа на компьютерах и защита отчетов
9		Расчёт оптимальных настроек регуляторов при ограничении на корневой показатель колебательности.	3/-/-		Работа на компьютерах и защита отчетов
10	8	Расчет дискретных передаточных функций по известным передаточным функциям непрерывных систем.	3/1/1		Работа на компьютерах и защита отчетов
11	9	Расчет оптимальных настроек дискретных регуляторов в одноконтурных системах	-2/2		Работа на компьютерах и защита отчетов
12	11	Нелинейные системы управления	-2/1		Работа на компьютерах и защита отчетов
Перечень тем лабораторных занятий, реализуемых на производственных площадках предприятий					
13	7	Расчёт оптимальных настроек регуляторов при ограничении на частотный показатель колебательности.	3/-/-	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Работа в малых группах, диалог.
14	9	Расчет оптимальных настроек дискретных регуляторов в одноконтурных системах	3/-/-		Работа в малых группах, диалог.
<b>Итого лабораторных занятий:</b>			33/18/12		

#### 4.6 Перечень тем самостоятельной работы

Таблица 8

№ раздела	№ темы	Наименование темы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Виды контроля
1	2	3	4	5	6
1	1-2	Предмет ТАУ	10/8/8	ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-29	Тестирование
2	3-5	Математическое описание автоматических систем управления	13/12,5/1 3,5		Тестирование, защита расчетов индивидуальных заданий, защита отчета лабораторной работы
3	6-9	Устойчивость линейных систем автоматического управления	13/40,5/4 4		Тестирование, защита расчетов индивидуальных

					заданий, защита отчета лабораторной работы
4	10-11	Методы построения переходного процесса линейных систем управления.	13/18/18,5		Тестирование
5	12-14	Методы оценки качества процесса управления	14/19,5/22,5		Тестирование, защита расчетов индивидуальных заданий, защита отчета лабораторной работы
6	15-18	Случайные процессы в автоматических системах управления	13/19,5/19,5		Тестирование
7	19-22	Синтез систем управления.	20/41/42		Тестирование, защита расчетов индивидуальных заданий, защита отчета лабораторной работы
8	23-28	Дискретные САУ	20/25,5/25		Тестирование
9	29-32	Расчет настроек дискретных регуляторов.	20/31/33		Тестирование, защита расчетов индивидуальных заданий, защита отчета лабораторной работы
10	33	Методы теории оптимальных систем управления	20/28,5/27,5		Тестирование
11	34-36	Нелинейные системы управления	20/30/30,5		Тестирование, защита расчетов индивидуальных заданий
Итого:			176/274/284		

#### 4.7. Тематика курсовых проектов (работ)

Рассчитать настройки непрерывных (П, ПИ, ПИД) регуляторов в одноконтурной системе регулирования (рисунок 9.1, 9.2), методами Зиглера-Никольса, Коузена-Куна для объекта, заданного кривой отклика.

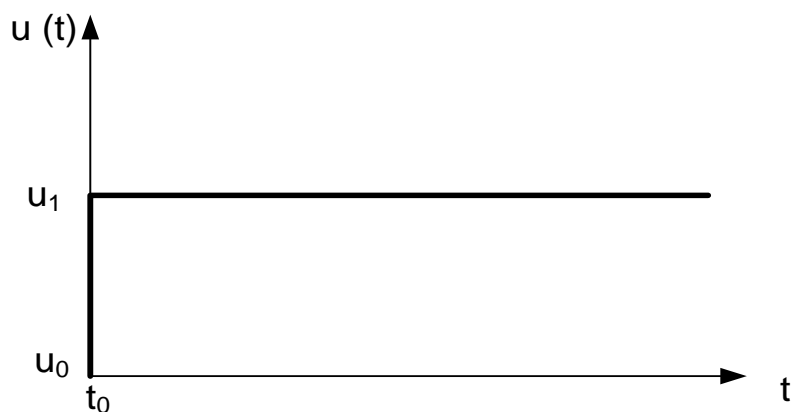


Рисунок 9.1 – График изменения управляющего воздействия  $u(t)$

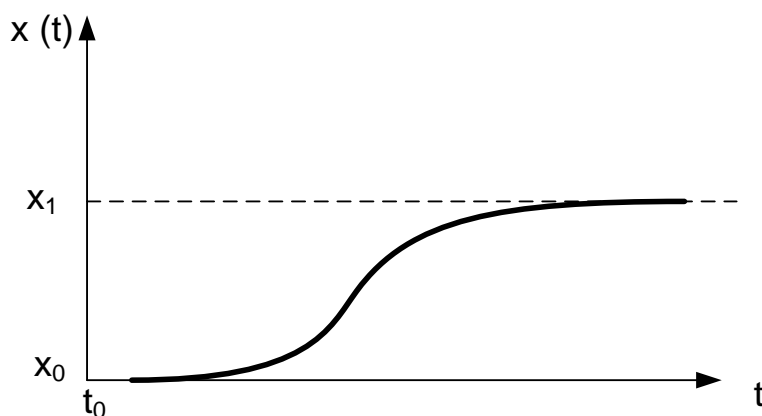


Рисунок 9.2 – Кривая отклика,  $x(t)$  – реакция, изменение выходной величины

Для данного объекта рассчитать настройки непрерывных ПИ и ПИД - регуляторов методом ограничения на частотный показатель колебательности.

Для этого же объекта провести расчет дискретных ПИ и ПИД-регуляторов также методом ограничения на частотный показатель колебательности.

Для заданного объекта провести расчет настроек непрерывных и дискретных П, ПИ, ПИД регуляторов в среде Simulink Matlab.

Провести анализ полученных результатов, сделать выводы. Расчеты дискретных регуляторов провести при условии, что в системе используются фиксаторы нулевого порядка.

Исходные данные для расчетов по вариантам приведены ниже.

В расчетно-пояснительной записке для каждого использованного метода необходимо отразить следующие основные моменты:

- исходная структурная схема, преобразованная для проведения расчетов (с пояснениями);
- выбор метода расчета, его алгоритм;
- расчет исходного показателя качества для выбранного метода (с пояснениями);
- проверка показателей качества в контуре с найденными настройками;
- выводы по работе;



- список использованной литературы;
- содержание работы.

Для защиты курсового проекта необходимо подготовить доклад на 5-6 минут, отражающий основные положения выполненной работы, презентацию, иллюстрирующую доклад.

Варианты заданий для выполнения курсовой работы приведены в таблицах 9.1-9.4.

Таблица 9.1

Вариант	U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
1-1	7,3	8,5	19	33	0	3	9
1-2	7,1	8,7	18	31	0	4	16
1-3	7,4	9,1	12	17	0	5	25
1-4	7,5	10,5	7,3	14,2	1	6	31
1-5	7,6	7,9	12,1	14,2	3	7	31
1-6	8,3	9,2	17	22	2	4	10
1-7	8,5	11,3	18	23	2	5	14
1-8	8,6	10,7	17	19	2	6	22
1-9	8,7	12,5	14	17	2	7	27
1-10	8,8	11,8	15	22	2	8	32
1-11	9,1	10,5	22	28	1	5	13
1-12	9,2	11,4	17	25	3	6	15
1-13	9,3	12,7	18	22	3	7	23
1-14	9,4	12,9	19	27	3	8	28
1-15	10,1	13,4	17,5	24,5	3	9	33
1-16	5,3	7,5	41	48	2	8	20
1-17	5,6	6,2	31	38	2	7	22
1-18	5,9	7,3	28	32	3	8	28
1-19	5,8	6,9	27	43	4	9	29
1-20	6,3	7,2	29	45	4	10	34

Таблица 9.2

Вариант	U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
2-1	1,2	1,5	8,2	8,9	2	5	14
2-2	1,5	2,1	7,1	9,2	2	6	22
2-3	1,6	2,1	8,2	9,2	2	7	22
2-4	1,7	2,2	7,2	9,1	2	8	26
2-5	1,8	2,3	6,2	9,2	2	9	30
2-6	1,3	1,5	7,3	8,5	3	5	11
2-7	1,5	1,7	6,3	7,2	3	6	18
2-8	1,4	1,8	5,1	7,1	3	7	19
2-9	1,5	1,9	4,7	5,8	3	8	23
2-10	1,4	2,3	4,3	5,2	3	9	27
2-11	2,1	2,5	0,3	0,8	4	6	14
2-12	2,2	2,7	0,8	1,2	4	7	16
2-13	2,3	3,1	0,9	1,5	4	8	20
2-14	2,3	3,2	1,2	1,7	4	9	24
2-15	2,4	3,3	1,3	2,1	4	10	28
2-16	2,5	3,5	3,2	4,8	5	7	15
2-17	2,3	3,6	3,1	4,9	5	8	17

2-18	2,4	3,6	3,2	5,1	5	9	21
2-19	2,7	3,2	3,0	5,2	5	10	25
2-20	2,6	3,5	3,1	5,2	5	11	23
2-21	2,5	3,2	1,4	1,8	1	2	5
2-22	2,3	3,2	2,1	2,5	1	3	9
2-23	2,4	3,1	2,7	3,2	1	4	13
2-24	2,2	3,5	3,2	5,1	1	5	17
2-25	2,3	3,4	3,1	5,2	1	6	21
2-26	0,3	0,5	1,2	1,7	6	12	24
2-27	0,4	0,5	1,7	1,9	6	8	14
2-28	0,5	0,7	2,3	2,5	6	9	18
2-29	0,6	0,8	3,2	3,8	6	10	18
2-30	0,7	0,8	3,1	3,5	6	11	26
2-31	0,2	0,3	1,4	1,5	7	9	15
2-32	0,3	0,4	1,6	1,8	7	10	16
2-33	0,3	0,5	1,8	2,1	7	11	19
2-34	0,3	0,6	2,1	2,5	7	12	22
2-35	0,3	0,9	2,3	2,8	7	13	31

Таблица 9.3

Вариант	$U_0$	$U_1$	$X_0$	$X_1$	$t_0$	$t_1$	$t_2$
3-1	0,15	0,25	1,3	1,7	1	3	7
3-2	0,17	0,32	1,8	2,2	1	4	16
3-3	0,18	0,28	1,9	2,3	1	5	25
3-4	0,19	0,31	2,1	2,8	1	6	31
3-5	0,21	0,32	2,2	2,7	1	7	31
3-6	0,16	0,33	0,8	0,95	2	4	10
3-7	0,16	0,31	1,8	1,9	2	5	14
3-8	0,17	0,21	1,9	2,5	2	6	22
3-9	0,18	0,31	2,1	2,8	2	7	27
3-10	0,18	0,25	1,5	1,7	2	8	32
3-11	0,91	2,1	2,2	2,8	3	5	13
3-12	0,92	1,1	1,7	2,5	3	6	15
3-13	0,93	1,27	1,8	2,2	3	7	23
3-14	0,94	1,29	1,9	2,7	3	8	28
3-15	1,02	1,34	1,75	2,45	3	9	33
3-16	0,53	0,75	4,1	4,8	4	8	20
3-17	0,56	0,62	3,1	3,8	4	7	22
3-18	0,59	0,73	2,8	3,2	4	8	28
3-19	0,58	0,69	6,7	7,3	4	9	29
3-20	0,63	0,72	2,9	4,5	4	10	34
3-21	0,25	0,32	0,14	0,18	1	2	5
3-22	0,23	0,32	0,21	0,25	1	3	9
3-23	0,24	0,31	0,27	0,32	1	4	13
3-24	0,22	0,35	0,32	0,51	1	5	17
3-25	0,23	0,34	0,31	0,52	1	6	21
3-26	0,2	0,3	0,14	0,15	7	9	15
3-27	2,3	2,7	16	18	7	10	16
3-28	3,2	5,1	2,1	3,2	7	11	19

Таблица 9.4

Вариант	U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
4-1	4	5	10	15	1	2	15
4-2	4	6	10	20	1	3	16
4-3	5	6	10	25	1	4	17
4-4	5	7	10	30	1	2	18
4-5	5	8	10	35	1	3	19
4-6	6	7	15	25	1	4	20
4-7	6	8	15	30	1	2	15
4-8	6	9	15	35	1	3	16
4-9	6	10	15	40	1	4	17
4-10	7	8	15	45	1	2	18
4-11	7	9	20	30	2	3	19
4-12	7	10	25	40	2	4	20
4-13	7	11	25	50	2	5	15
4-14	8	9	25	60	2	3	16
4-15	8	10	25	70	2	4	17
4-16	8	11	30	45	2	5	18
4-17	8	12	30	50	2	3	20
4-18	9	10	30	55	2	4	25
4-19	9	11	30	60	2	5	30
4-20	9	12	30	65	2	6	35
4-21	9	13	40	50	3	4	20
4-22	10	11	40	55	3	5	25
4-23	10	12	40	60	3	6	30
4-24	10	13	40	65	3	5	35
4-25	10	14	40	70	3	6	40

### 5. Рейтинговая оценка знаний студентов

Рейтинговая система оценки

по курсу «Теория автоматического управления» для обучающихся 3 курса  
направления 15.03.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств»  
на 5 (часть I) и 6 (часть II) семестры

Максимальное количество баллов (5-й семестр)

Таблица 10

1 аттестация	2 аттестация	3 аттестация	Итого
30	30	40	100

Максимальное количество баллов (6-й семестр)

Таблица 11

1 аттестация	2 аттестация	3 аттестация	Итого
29	29	42	100

Распределение баллов по аттестациям (5-й семестр)

Таблица 12

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы	№ недели
1	Лабораторная работа №1	0-5	1-2
2	Лабораторная работа №2	0-5	3-4

3	Лабораторная работа №3	0-5	5-6
4	Защита тем раздела «Предмет ТАУ»	0-6	1-2
5	Защита тем раздела «Математическое описание автоматических систем управления»	0-6	3-5
6	Прочее	0-3	1-6
Итого:		0-30	
7	Лабораторная работа №4	0-5	7-8
8	Лабораторная работа №5	0-5	9-10
9	Лабораторная работа №6	0-5	11-12
10	Защита тем раздела «Устойчивость линейных систем автоматического управления»	0-6	6-9
11	Защита тем раздела «Методы построения переходного процесса линейных систем управления»	0-6	10-11
12	Прочее	0-3	7-12
Итого:		0-30	
13	Лабораторная работа №7	0-5	13-14
14	Лабораторная работа №8	0-5	15-16
15	Лабораторная работа №9	0-5	16-17
16	Защита тем раздела «Методы оценки качества процесса управления»	0-6	12-14
17	Защита тем раздела «Случайные процессы в автоматических системах управления»	0-6	15-17
18	Аудиторная самостоятельная работа (тест)	0-10	17
19	Прочее	0-3	13-17
Итого:		0-40	
Всего:		0-100	

Распределение баллов по аттестациям (6-й семестр)

Таблица 13

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы	№ недели
1	Лабораторная работа №10	0-4	1-2
2	Лабораторная работа №11	0-4	2-3
3	Лабораторная работа №12	0-4	3
4	Лабораторная работа №13	0-4	4
5	Лабораторная работа №14	0-4	5
6	Защита тем раздела «Нелинейные системы управления»	0-6	1-2
7	Прочее	0-3	1-6
Итого:		0-29	
8	Лабораторная работа №15	0-4	7
9	Лабораторная работа №16	0-4	8
10	Лабораторная работа №17	0-4	9
11	Лабораторная работа №18	0-4	7-8
12	Лабораторная работа №19	0-4	10
13	Защита тем раздела «Синтез систем управления»	0-6	11-13
14	Прочее	0-3	13
Итого:		0-29	
15	Лабораторная работа №20	0-4	14
16	Лабораторная работа №21	0-4	15-16
17	Лабораторная работа №22	0-4	16-17
18	Защита тем раздела «Дискретные САУ»	0-6	16-17

19	Защита тем раздела «Расчет настроек дискретных регуляторов»	0-6	15-18
20	Защита тем раздела «Методы теории оптимальных систем управления»	0-6	18
21	Аудиторная самостоятельная работа (тест)	0-9	18
22	Прочее	0-3	15-18
Итого:		0-42	
Всего:		0-100	

Виды контрольных испытаний в баллах за курсовой проект

Таблица 14

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы	№ недели
1	Получение и анализ задания на курсовой проект	0-5	1-6
2	Выбор метода расчета, его алгоритма	0-5	
	Расчет исходного показателя качества для выбранного метода	0-10	
Итого:		0-20	
3	Описание объекта по кривой отклика	0-10	7-12
	Расчет настроек непрерывных регуляторов по кривой отклика методами Зиглера-Никольса и Коэна-Куна	0-10	
	Расчет настроек непрерывных регуляторов методом ограничения на частотный показатель колебательности	0-10	
Итого:		0-30	
4	Расчет настроек дискретных регуляторов методом ограничения на частотный показатель колебательности	0-10	13-18
	Расчет настроек регуляторов в системе Symulink	0-10	
5	Оформление и защита курсового проекта	0-35	
Итого:		0-55	
Всего:		0-100	

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Таблица 15

№ п/п	Наименование информационных ресурсов	Ссылка
1.	Сайт ФГБОУВО ТИУ	<a href="http://www.tyuiu.ru/">http://www.tyuiu.ru/</a>
2.	Система поддержки дистанционного обучения Educon	<a href="http://educon.tsogu.ru">http://educon.tsogu.ru</a>
3.	Электронный каталог Библиотечно-издательского комплекса	<a href="http://webirbis.tsogu.ru/">http://webirbis.tsogu.ru/</a>
4.	Электронная библиотечная система eLib	<a href="http://elib.tsogu.ru/">http://elib.tsogu.ru/</a>
5.	Научная электронная библиотека eLibrary.ru	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
6.	ЭБС издательства «Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
7.	Образовательный математический сайт	<a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a>
8.	Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарта)	<a href="http://www.gost.ru/wps/portal/">http://www.gost.ru/wps/portal/</a>
9.	MATLAB - высокоуровневый язык технических расчетов	<a href="http://matlab.exponenta.ru/">http://matlab.exponenta.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Таблица 16

Перечень оборудования, необходимого для успешного освоения образовательной программы
--

Наименование	Кол-во	Значение
Мультимедийная аудитория		Чтение лекций с использованием информационных технологий
Персональные компьютеры (Intel-4, мониторы Flatron-17")	10	Выполнение практических работ и использованием программных пакетов MSOffice, Matlab, Scilab (Свободно-распространяемое ПО)

# 1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

Дисциплина «Теория автоматического управления»

Форма обучения:

Кафедра «Кибернетических систем»

Очная: 3 курс, 6 семестр

Для студентов направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

### 1. Фактическая обеспеченность дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Учебная, учебно-методическая литература по рабочей программе	Название учебной и учебно-методической литературы, автор, издательство	Год издания	Вид издания	Вид занятий	Кол-во экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Место хранения	Наличие эл. варианта в электронно-библиотечной системе ТюмГНГУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основная	Первозванский, Анатолий Аркадьевич. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Первозванский. - Москва : Лань", 2015. - 624 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460</a>	2015		Л, ПР, СРС	ЭР	30	100	БИК	ЭБС Лань
	Певзнер, Леонид Давидович. Теория систем управления [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 220400 - "Управление в технических системах" / Л. Д. Певзнер. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. - 420 с. : ил. - (Учебники для	2013		Л, ПР, СРС	2+ЭР	30	100	БИК	ЭБС Лань

вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/68469#book_name">https://e.lanbook.com/book/68469#book_name</a>									
Кулаков Г.Т., Кулаков А.Т., Кравченко В.В., Кухоренко А.Н. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учебное пособие/ Издательство "Вышэйшая школа", 2017.-238с.	2017	УП	Л, ПР, СРС		30	100		БИК	<a href="https://e.lanbook.com/reader/book/97303/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/97303/#1</a>
Теория автоматического управления [Текст] : учебник для студентов вузов " / В. Ю. Шишмарев. - Москва : Академия, 2012. - 351 с. : ил	2012	У	Л, ПР, СРС	20	30	0,7		БИК	
Гайдук А.Р., Беляев В.Е., Пьявченко Т.А. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB	2017	УП	Л, ПР, СРС	20	30	0,7		БИК	<a href="https://e.lanbook.com/reader/book/90161/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/90161/#1</a>
А. А. Первозванский. Курс теории автоматического управления: учебное пособие / - 2-е изд. – СПб.: Лань, 2010. - 615.	2010	УП	Л, ПР, СРС	25	30	0,8		БИК	<a href="https://e.lanbook.com/reader/book/68460/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/68460/#1</a>
Власов К.П. Теория автоматического управл ения. Основные положения, примеры расчета [] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 220200 "Автоматизация и управление" / К. П. Власов. - Харьков : Гуманитарный Центр, 2013. - 539 с. : ил.	2013	УП	Л, ПР, СРС	13	30	0,4		БИК	
В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. Теория систем автоматического управления: учебное пособие / - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2004. - 750 с.	2004	УП	Л, ПР, СРС	9	30	0,3		БИК	-





