

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



Рабочая программа

по дисциплине: **Теория автоматического управления**

для направления: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет
и ракетно-космических комплексов»,
специализация: «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

форма обучения: очная

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 6 зачетных единиц

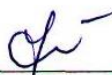
Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Контактные занятия (всего)	80	48	32
В том числе:	-	-	-
Лекции	48	32	16
Практические занятия (ПЗ)	16	8	8
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	16	8	8
Самостоятельная работа (всего)	136	24	112
В том числе:	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-
Реферат	-	-	-
Другие виды самостоятельной работы			-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зач/экз	зачет	экз-36
Общая трудоемкость час	216	72	144
зач. ед.	6	2	4

Составитель: Святский Михаил Александрович, к.т.н., доцент

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности **24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»** (уровень специалитета) № 1517 от 01.12.2016 г., и утверждена на заседании кафедры

Протокол от 20 апреля 2019 г. №8__

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»

 /Ф.А.Уразбахтин

22 апреля 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии по УГСН
«24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов (уровень специалитета)», специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

 Уразбахтин Ф.А.

24 апреля 2019 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана по специальности 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

Ведущий специалист учебной части
ВФ ФГБОУ имени М.Т. Калашникова

 Соловьева Л.Н.

25 апреля 2019 г.

Название дисциплины		Теория автоматического управления											
Номер		83		Академический год		2019 / 2020		семестры		5, 6			
Кафедра		Ракето-строение		Программа		24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, специализация - Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива							
Составитель		Святский М.А., к.т.н., доцент											
Цели и задачи дисциплины, основные темы		Цели: получение обучающимися фундаментальных понятий, основ, практических приемов и методов моделирования, расчета и анализа параметров типовых звеньев замкнутых линейных САР. Сформировать у студента инженерное мышление. Задачи: приобретение знаний основных физических законов и принципов расчета и работы типовых звеньев САР; привитие устойчивых навыков использования современных методов и средств расчета, при решении технических и эксплуатационных задач на практике; научить использовать современный математический аппарат для решения конкретных задач статического и динамического состояния элементов САР. Знания: базовые понятия основных принципов проектирования систем автоматического управления; основные свойства, параметры и принципы работы замкнутых линейных САР; способы настройки простых САР, принципы анализа на устойчивость и точность; назначение основных элементов САР и методы моделирования параметров САР. Умения: решать стандартные задачи по составлению передаточных функций САР; анализировать статические и динамические характеристики и параметры САР; проводить анализ передаточных функций САУ; проводить аналитический расчет параметров цепей и звеньев САР; проектировать и анализировать параметры САР с использованием ПО моделирования. Навыки: обработки экспериментальных данных; использования информационных технологий; применения программ моделирования для решения задач проектирования САР. Лекции (основные темы): Истории и терминологии САР; Общие характеристики разомкнутых и замкнутых САР. Свойства и параметры звеньев САР. Анализ амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик звеньев САР. Способы оценки устойчивости, колебательности, перерегулирования и погрешности САР. Лабораторно-практические занятия: Индивидуальное исследование параметров и передаточных характеристик звеньев САР с использованием программ моделирования Vis-sim, MatLab. Выполнение расчетно-графических работ по моделированию и оценке параметров звеньев САР. Построение переходных амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) и ФЧХ.											
		Основная литература 1. Глазырин Г.В. ТАУ: учебное пособие. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 168 с. — 978-5-7782-2473-5. [Электронный ресурс]: http://www.iprbookshop.ru/45443.html . 2. Федотов А.В. Основы ТАУ: учебное пособие. — Омск: Омский государственный технический университет, 2012. — 279 с. — 978-5-8149-1144-5. [Электронный ресурс]: http://www.iprbookshop.ru/37832.html											
		Технические средства Стандартно оборудованная лекционная аудитория; стандартно оборудованная лаборатория по автоматике и электротехнике.; ПО: Программы моделирования Vis-Sim, MBTU, EWB.											
		Компетенции Приобретаются обучающимися при освоении модуля											
		Общепрофессиональные ОПК-2. Понимание роли математических и естественнонаучных знаний и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)											
Профессиональные		ПК-15. Способность разрабатывать и внедрять системы диагностирования и долговременного контроля несущих конструкций и пространственной стабильности сооружений наземного комплекса. ПК-25. Способность выбирать и проектирует аппаратуру, необходимую для проведения экспериментов и регистрации их результатов, разрабатывает техническую документацию на стендовые установки, необходимые для проведения экспериментов. ПК-26. Способностью выбирать и проектировать аппаратуру, проводить диагностирование технического состояния конструкций, сооружений и технических систем. ПК-27. Способностью использовать компьютерные технологии проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.											
		Зачетных единиц		6 (2/4)		Форма проведения занятий		Лекции		Практические занятия		Лабораторные работы	
				Всего часов		32/16		8/8		8 8		24 / 76	
Виды контроля		Диф.зач /зач/ экз		КП/КР		Условие зачета дисциплины		Получение отметки зачтено/оценки 3, 4 или 5		Форма проведения самостоятельной работы		Подготовка к лабораторным, контрольным работам; подготовка к зачету и экзамену	
формы		Зач/Экз.		нет									
Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплины								Высшая математика, Физика, Теория механизмов и машин					

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление с основными методами и практическими приемами моделирования, расчета и анализа параметров типовых звеньев замкнутых линейных САР с использованием передовых информационных технологий и программных средств. Формирование у студента научного инженерного мышления. Воспитание научного подхода к постановке и решению прикладных задач и приобщение к общей технической культуре будущего инженера.

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний основных физических законов и принципов расчета и работы типовых звеньев САР;
- привитие устойчивых навыков использования современных методов и средств расчета, при решении технических и эксплуатационных задач на практике;
- научить использовать современный математический аппарат для решения задач статического и динамического состояния элементов САР.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- базовые понятия основных принципов проектирования систем автоматического управления;
- основные свойства, параметры и принципы работы замкнутых линейных САР;
- способы настройки простых САР, принципы анализа на устойчивость и точность;
- назначение основных элементов САР и методы моделирования параметров САР;

уметь:

- решать стандартные задачи по составлению передаточных функций САР;
- анализировать статические и динамические характеристики и параметры САР;
- составлять и проводить анализ передаточных функций САУ;
- проводить аналитический расчет параметров цепей и звеньев САР;
- проектировать и анализировать параметры САР с использованием программ моделирования;

владеть:

- навыками обработки экспериментальных данных,
- навыками использования информационных технологий;
- навыками применения программ моделирования для решения задач проектирования САР.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО:

2.1. Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП ВО.

2.2. Изучение курса базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Высшая математика, Физика, Теория механизмов и машин.

2.3. Для изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные физические явления и законы, основные физические величины и константы, их определение и единицы измерения;
- основные понятия и принципы ведения аналитического расчета различной сложности;
- свойства систем при статическом и динамическом режиме их работы или состоянии;
- базовые понятия и знания дисциплин математики, физики и теории механизмов и машин;

уметь:

- проводить опыты и измерения параметров элементов при проведении лабораторных работ;
- составлять отчеты, таблицы и графики функций при выполнении исследований;
- применять информационные технологии и программы при моделировании процессов;

владеть:

- навыками безопасной работы при проведении экспериментов и исследовательских задач;
- навыками проектирования и аналитического расчета параметров несложных систем;
- навыками работы со справочной литературой и технической документацией.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Знания
1.	Базовые понятия основных принципов проектирования систем автоматического управления.
2.	Основные свойства, параметры и принципы работы замкнутых линейных САР.
3.	Способы настройки простых САР, принципы анализа на устойчивость и точность.
4.	Назначение основных элементов САР и методы моделирования параметров САР.

3.2. Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Умения
1.	Решать стандартные задачи по составлению передаточных функций САР.
2.	Анализировать статические и динамические характеристики и параметры САР.
3.	Составлять и проводить анализ передаточных функций САУ.
4.	Проводить аналитический расчет параметров цепей и звеньев САР.
5.	Проектировать и анализировать параметры САР с использованием программ моделирования.

3.3. Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Навыки
1.	Обработки экспериментальных данных.
2.	Использования информационных технологий.
3.	Применения программ моделирования для решения задач проектирования САР.

3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

Компетенции	Знания (№ из 3.1)	Умения (№ из 3.2)	Навыки (№ из 3.3)
ОПК-2. Понимание роли математических и естественнонаучных знаний и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей).	1, 2,3	1,2	1,2
ПК-15. Способность разрабатывать и внедрять системы диагностирования и долговременного контроля несущих конструкций и пространственной стабильности сооружений наземного комплекса.	2,3	3,4	2,3
ПК-25. Способность выбирать и проектировать аппаратуру, необходимую для проведения экспериментов и регистрации их результатов, разрабатывает техническую документацию на стендовые установки, необходимые для проведения экспериментов.	2,3,4	1,2,3	1,2,3
ПК-26. Способность выбирать и проектировать аппаратуру, проводить диагностирование технического состояния конструкций, сооружений и технических систем.	3	4,5	2,3
ПК-27. Способность использовать компьютерные технологии проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.	4		2,3

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Разделы дисциплин и виды занятий (очная форма обучения)

№ п/ п	Раздел дисциплины:	Семестр	Нед. семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛЕК	ПЗ	ЛАБ	СРС	
	5 Семестр							
1	1.1. Основные понятия и определения. 1.2. Фундаментальные принципы управления. 1.3. Классификация систем управления (САУ). 1.4. Элементы САУ и их передаточные функции. 1.5. Освоение системы моделирования VisSim.	5	1 2	2 2			2	Индивидуальные задания (рефераты)
2	2.1. Уравнение динамики и статики звеньев. 2.2. Передаточные функции. 2.3. Линеаризация. 2.4. Преобразование Лапласа. 2.5. Временные и частотные характеристики звеньев.	5	3 4	2 2	2	2	2 2	Выполнение лабораторной работы №1, ответы на вопросы. Отчет по лабораторной работе. Индивидуальные задания (рефераты)
3	3.1. Типовые звенья и их типовые соединения. 3.2. Передаточные функции типовых звеньев. 3.3. Построение схем на типовых звеньях. 3.4. Решение и моделирование дифференциальных уравнений в Vis Sim, EX-EL и MathLab.	5	5 6 7	2 2 2	2	2	2 2	Выполнение лабораторной работы №2, ответы на вопросы. Отчет по лабораторной работе. Контрольная работа №1 1-я аттестация.
4	4.1. Понятие устойчивости системы. 4.2. Критерии устойчивости по Гурвицу и Раусу. 4.3. Частотный критерий устойчивости Михайлов. 4.4. Переходной процесс, ошибки регулирования. 4.5. Определение запаса устойчивости САУ.	5	8 9 10	2 2 2	2	2	2 2	Выполнение лабораторной работы №3, ответы на вопросы. Отчет по лабораторной работе. Индивидуальные задания.
5	5.1. Основные показатели качества. 5.2. Методы исследования качества. 5.3. Интегральный критерий качества. 5.4. Выбор параметров по интегральной оценке. 5.5. Имитационное моделирование в Vis-Sim.	5	11 12 13	2 2 2	2	2	2 2	Выполнение лабораторной работы №4, ответ на вопросы Отчет по лабораторной работе. Индивидуальное задание.(рефераты)
6	6.1. Назначение и методы коррекции САУ. 6.2. Синтез корректирующих устройств. 6.3. Основные типы нелинейных систем. 6.4. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим частотным харак-	5	14 15 16	2 2 2			2 2	Выполнение лабораторной работы, ответ на вопросы. Отчет по лабораторной работе. Контрольная работа №2.

	теристикам							2-я аттестация
	Тестовая система оценки	5	17					3-я аттестация
	Зачет	5					2	Вопросы к зачету
	Итого по 5-му семестру			32	8	8	24	
	Семестр 6							
7	1.1. Виды и типы измерений и элементов коммутации, используемые в схемах САР. 1.2. Свойства, параметры и назначение дискретных, аналоговых и частотных датчиков. 1.3. Датчик - элемент цепи обратной связи САУ 1.4. Анализ точности САР с датчиками.	6	1 2 3 4 5 6 7 8 9	2 2 2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2 2 2	12 4 12 4 12 12 12 12 12		Выполнение лабораторной работы №1, ответ на вопросы. Отчет по лабораторной работе. Индивидуальное задание. Контрольная работа №3. 1 аттестация
8	2.1. Виды и типы элементов управления и регулирования, используемые в САР. 2.2. Основные параметры исполнительных устройств и регуляторов. 2.3. Оценка параметров интеграторов и дифференциаторов до 2-го порядка. 2.4. Оценка надежности элементов САР	6	10 11 12 13 14 15 16	2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2	4 12 4 12 12 12 12		Выполнение лабораторных работ, ответ на вопросы. Отчет по лабораторной работе. Контрольная работа №4. 2-я аттестация
	Тестовая система оценки	6	17	-				3-я аттестация
	Экзамен	6					36	Вопросы к экзамену
	Итого по 6-му семестру			16	8	8	112	
	ВСЕГО			48	16	16	136	

4.2. Содержание разделов курса

Разделы дисциплины	Знания (номер из 3.1)	Умения (номер из 3.2)	Навыки (номер из 3.3)
Семестр 5			
1. Общие положения теории автоматического управления. Основные положения теории автоматического управления. Классификация систем управления. Принципы и законы регулирования: разомкнутый, по отклонению, по возмущению, замкнутая система. Цели и задачи теории автоматического управления. Основные понятия: процесс управления; объект управления (регулирования); алгоритм управления; управляющие и возмущающие воздействия; обратные связи; координаты системы.	1,2	1,2	1
2. Математическое описание линейных САУ. Математическое описание линейных САУ. Уравнение динамики и статики звеньев. Режимы процесса управления; математическая модель; запись дифференциального уравнения в общем виде и в операторной форме; переход к передаточным функциям. Передаточные функции звеньев. Представление произвольных сигналов с помощью типовых воздействий: (единичный скачок, гармонический сигнал, переходная характеристика, дельта функция, импульсная характеристика). Временные и частотные характеристики звеньев: (единичная функция, переходная функция и функция веса). Линеаризация нелинейных систем; решение дифференциальных уравнений методом преобразования Лапласа и Фурье; свойства преобразований Лапласа. Весовая, переходная и передаточная функции элементов и систем; АЧХ и ФЧХ звеньев. Комплексный коэффициент передачи. Частотный анализ в логарифмическом масштабе.	3,4	3,4	2,3
3. Типовые звенья линейных САУ и законы регулирования. Типо-			

вые звенья линейных САУ и законы регулирования. Типовые соединения звеньев, их преобразование и передаточные функции. Правила преобразования структурных схем. Представление САУ в виде структурных схем. Временные, операторные и частотные характеристики звеньев. Безинерционное, апериодическое, форсирующее, колебательное, интегрирующее, дифференцирующее звенья. Временные и частотные характеристики типовых звеньев.	2,3,4,	3,4,5	1,2,3
4. Качество линейных САУ в установившемся режиме. Качество линейных систем в установившемся режиме. Понятие и критерии устойчивости. Методы определения устойчивости. Алгебраические критерии Гурвица. Частотная передаточная функция и частотные характеристики звеньев. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение запасов устойчивости. Переходной процесс и ошибки регулирования. Общие условия устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения. Особенности исследования устойчивости систем со звеньями запаздывания. Ошибки в статических и астатических системах. Расчет статических характеристик САУ при различных соединениях звеньев. Способы устранения ошибок.	1,2,3	1,2,3,4,5	2,3
5. Качество линейных САУ в переходном режиме. Основные подходы к оценке качества линейных систем в переходном режиме. Прямые и косвенные методы исследования качества. Интегральная оценка качества. Ошибки регулирования. Оценка запаса устойчивости и быстродействия по переходной характеристике. Колебательность и перерегулирование; определение чувствительности. Анализ качества по расположению корней характеристического уравнения; операторный метод. Построение переходных процессов. Методы оценки качества и моделирование звеньев.	2,3,4	2,3,4	1,3
6. Коррекция линейных и нелинейных САУ. Синтез линейных САУ. Коррекция линейных и нелинейных САУ. Синтез линейных САУ. Методы коррекции. Виды и типы корректирующих элементов и звеньев. Виды корректирующих устройств (последовательные и параллельные). Методы коррекции САУ. Синтез последовательных активных корректирующих устройств. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам. Методы имитационного моделирования и синтез САУ в программе VisSim. Мажоритарные элементы повышения надежности.	2,3	3,4,5	1,2,3
Семестр 6.			
7. Элементы измерения и коммутации. Элементы цепи обратной связи. Элементы САР, их свойства, назначение и принцип действия. Аналоговые, дискретные и частотные датчики. Физические процессы и принципы преобразования, используемые в датчиках индуктивного типа, пьезоэлектрического типа, мостовых тензометрических датчиков. Свойства, назначение, принцип действия и устройство датчиков: давления, температуры, перемещения, вибрации и расхода. Определение чувствительности и гистерезисных свойств дискретных датчиков и дискретных элементов коммутации. Схемы линейных САР с датчиками обратной связи. Определение надежности и примеры резервирования блоков САР.	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,
8. Электронные блоки управления и регулирования линейных САУ. Электронные регуляторы – блоки управления и исполнительные устройства САУ. Физические процессы и принципы преобразования, используемые в аналоговых, дискретных и частотных регуляторах: положения, перемещения (движения) и вращения. Интеграторы и диффе-	1,2	4,5	1,2,3

ренциаторы в качестве фильтров и корректирующих устройств. Способы анализа и измерения параметров нелинейности в нелинейных элементах. Исследование принципа действия и основных параметров пропорциональных, интегрирующих и дифференцирующих звеньев до 2-го порядка.			
---	--	--	--

4.3. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование тем лабораторных работ и ее содержание	Трудоемкость (час)
		Семестр 5. (ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ – 1)	
1	1	Изучение команд, используемых в программе моделирования VisSim .	1
	2	Составление блоков по дифференциальному уравнению в Excel	1
2	3	Анализ параметров типовых динамических звеньев в VisSim	2
3	4	Анализ работы линейной САР в установившемся режиме в VisSim	1
	5	Анализ ошибки регулирования в статическом и динамическом режиме.	1
4	6	Исследование схем коррекции при моделировании в VisSim.	2
		<i>Всего за 5 семестр</i>	8
		Семестр 6. (ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ – 2)	
5	7	Стендовые исследования свойств дискретных датчиков САР: гистерезисные свойства, принцип работы, основные параметры.	2
6	8	Стендовые исследования свойств аналоговых датчиков САР: принципы работы, параметры, анализ ВА и АЧ характеристик.	2
7	9	Оценка параметров интегро-дифференцирующих звеньев САР (фильтров) в VisSim.	2
8	10	Оценка параметров надежности и резервирования блоков САР.	2
		<i>Всего за 6 семестр</i>	8
		ВСЕГО	16

4.4. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий и ее содержание	Трудоемкость (час)
		Семестр 5	
1	1	Принцип функционирования пакетов моделирования: VisSim и MBTU.	1
	2	Решение дифференциальных уравнений в Excel или MatLab.	1
2	3	Анализ параметров типовых динамических звеньев в VisSim.	2
3	4	Анализ параметров линейных САР в установившемся режиме в VisSim.	1
	5	Анализ качества и ошибки регулирования в динамическом режиме.	1
4	6	Повышение точности, моделирование и коррекция САР в VisSim.	2
		<i>Всего за 5 семестр</i>	8
		Семестр 6	
5	7	Стендовые исследования свойств дискретных датчиков САР: гистерезисные свойства, принцип работы, основные параметры.	2
6	8	Стендовые исследования свойств аналоговых датчиков САР: принципы работы, параметры, анализ ВА и АЧ характеристик.	2
7	9	Исследование интегрирующих и дифференцирующих звеньев	2

		САР с использованием электронных схем и программ моделирования <i>VisSim</i> .	
8	10	Методы оценки надежности блоков САР и способы резервирования.	2
		<i>Всего за 6 семестр</i>	8
		ВСЕГО	16

5. Содержание самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения

5.1. Содержание самостоятельной работы, сроки выполнения и формы контроля

№	№ раздела дисциплины	Наименование тем	Трудоемкость (час)
		5 семестр	
1	1	История возникновения первых систем автоматического управления	2
2	2	Современные тенденции проектирования аналоговых систем управления	4
3	4	Примеры типовых звеньев и их основные передаточные функции	4
4	4	Реализация принципов регулирования на основе типовых звеньев	4
5	3	Основные различия между аналоговым и цифровым регулированием	4
6	6	Виды и типы корректирующих звеньев для блоков управления	4
		<i>Всего за 5 семестр</i>	22
		6 семестр	
7	1	История и примеры первых датчиков, и регуляторов, используемых в САР.	18
8	2	Современные датчики для аналоговых и цифровых систем управления.	18
9	4	Реализация управления и регулирования на основе ПИД звеньев.	10
10	6	Способ оценки АЧХ фильтров высокой и низкой частоты 2-го порядка.	10
11	8	Мажоритарный закон и способы резервирования звеньев САР	10
12	7	Пример оценки надежности блока управления САР.	10
		<i>Всего за 6 семестр</i>	76
		ВСЕГО	98

5.2. Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств» по дисциплине «Теория автоматического управления», которое оформляется в виде отдельного документа.

6. Интерактивные методы. Рекомендуемые образовательные технологии

Для проработки и закрепления лекционного материала по дисциплине «Теория автоматического управления» применяются:

Технологии	Кол-во аудиторных часов
1. Компьютерные симуляции и примеры моделирования в программе EWB или MC	14
2. Разбор конкретных ситуаций при проектировании схем электроники	6
Всего (%) занятий, проводимых в интерактивных формах	20 (25,0%)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	Глазырин Г.В. ТАУ: учебное пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 168 с. – 978-5-7782-2473-5. [Электронный ресурс]: http://www.iprbookshop.ru/45443.html .	2014
2	Федотов А.В. Основы ТАУ: учебное пособие / А.В. Федотов. – Омск: Омский государственный технический университет, 2012. – 279 с. – 978-5-8149-1144-5. [Электронный ресурс]: http://www.iprbookshop.ru/37832.html .	2012

б) дополнительная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	Компьютерное моделирование линейных систем управления: методические указания к практическим занятиям по ТАУ. – Липецк: ЛГТУ, ЭБС АСВ, 2013. – 41 с. – 2227-8397. [Электронный ресурс]: http://www.iprbookshop.ru/22877.html .	2013
2	Панкратов В.В. Избранные разделы ТАУ: учебное пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 222 с. – 978-5-7782-1810-9. [Электронный ресурс]: http://www.iprbookshop.ru/45371.html	2011
3	Власов К.П. Теория автоматического управления. Учебное пособие, 2006. – 322 с. [Электронный ресурс]: http://www.twirpx.com/file/11725	2006
4	Клавдиев А.А. ТАУ в примерах и задачах. Анализ линейных непрерывных систем автоматики / Учебное пособие. – СПб.: ЛЭТИ, 2005. – 70 с. [Электронный ресурс]: http://window.edu.ru/resource/389/25389/files/nwpi491.pdf	2005
5	Барметов Ю.П. ТАУ. Лабораторный практикум: учебное пособие. – Воронеж: ВГУИТ, 2017. – 208 с. – 978-5-00032-293-2. [Электронный ресурс]: http://www.iprbookshop.ru/74020.html .	2017
6	Душин С.А. Теория автоматического управления. – М.: Высшая школа, 2009. – 567 с.	2009

в) программное обеспечение

1. Microsoft Office 2016.
2. Vis-Sim.50, MBTU.5 (свободно распространяемое ПО) [Электронный ресурс]: <http://WWW/vissim.com>; <http://WWW/vissim.nm>.
3. Open Office.

г) методические указания

1. Святский М.А. Моделирование и анализ электронных схем автоматики с использованием ПО EWB, МС. Учебно-методическое пособие. Практический курс. Изд-во ИжГТУ, 2016. – 60 с.
2. Святский М.А. Лабораторные работы по ТАУ. Ч.1. Методические указания к выполнению лабораторно практических работ по дисциплине ТАУ. Изд-во ИжГТУ, 2017. – 64 с.
3. Святский М.А. Методические указания к проведению практических работ по курсу ТАУ. Ч2. Элементы автоматики. Изд-во ИжГТУ, 2017. – 44 с.
4. Святский М.А. Методические указания к проведению лабораторно-практических работ по курсу ТАУ. Ч3. Элементы автоматики. Изд-во ИжГТУ, 2018. – 40 с.
5. Рубцов В.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Теория автоматического управления» (линейные системы). – М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2011. – 40 с. – 2227-8397. [Электронный ресурс]: <http://www.iprbookshop.ru/31571.html>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов и объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1	Аудитория №219. Именная лаборатория конструирования и проектирования ракет АО «Воткинский завод». Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Но-

	утбук. Компьютеры - 13 шт. Телевизор. Стенд (наглядное пособие).
2	Аудитория №314. Учебная мультимедийная аудитория. Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная, проектор, компьютер.
3	Аудитория №406. Лаборатория электротехники, электроники и автоматики. Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Осциллограф 2-канальный С1-118. Осциллограф 2-х лучевой GRS-6032A. Осциллограф двухлучевой С1-55 - 2 шт. Генератор ВЧ: 1-400 МГц Г4-106. Генератор НЧ: 20 Гц-20 кГц ГЗ-109. Генератор-частотомер 20кГц ГНЧШ-1. Шумомер прецизионный 20кГц Robot-00017. Частотомер цифровой 400 МГц ЧЗ-64. Частотомер цифровой 100 кГц МУ64. Частотомер цифровой 100 кГц МУ69. Блоки питания постоянного тока СТ-3115 - 3 шт. Блок питания постоянного тока - 3 шт. Блок питания переменного тока - 3 шт. Измеритель параметров R, L, C E7-11. Милли-вольтметр переменного тока ВЗ-38 - 7 шт. Мультиметр универсальный MS-8221 - 3 шт. Мультиметр универсальный M890D(G) - 6 шт. Мультиметр универсальный ДТ-838 - 12 шт.
4.	Аудитория для самостоятельной работы обучающегося - читальный зал Воткинского филиала ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись, дата)
2018-2019	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 25.08.2018 г.
2019-2020	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 26.08.2019 г.
2020-2021	
2021-2022	
2022-2023	
2023-2024	
2024-2025	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное федеральное образовательное учреждение
высшего образования

«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Воткинский филиал

Кафедра «Ракетостроение»

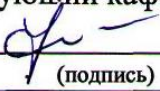
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

«_20_»_04_2019 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

 Уразбахтин Ф.А.
(подпись)

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

(наименование дисциплины)

**24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация
ракет и ракетно-космических комплексов**

(шифр и наименование направления/специальности наименование дисциплины)

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

(наименование профиля/специализации/магистерской программы)

Специалист

Квалификация (степень) выпускника

Воткинск
2019

Паспорт
фонда оценочных средств по дисциплине
«Теория автоматического управления»
(наименование дисциплины)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
Семестр 5			
1	1. Общие положения теории автоматического управления Основные положения теории автоматического управления. Классификация систем управления. Принципы и законы регулирования: разомкнутый, по отклонению, по возмущению, замкнутая система. Цели и задачи теории автоматического управления. Основные понятия: процесс управления; объект управления (регулирования); алгоритм управления; управляющие и возмущающие воздействия; обратные связи; координаты системы.	ОПК-2.	
2	2. Математическое описание линейных САУ Математическое описание линейных САУ. Уравнение динамики и статики звеньев. Режимы процесса управления; математическая модель; запись дифференциального уравнения в общем виде и в операторной форме; переход к передаточным функциям. Передаточные функции звеньев. Представление произвольных сигналов с помощью типовых воздействий: (единичный скачок, гармонический сигнал, переходная характеристика, дельта функция, импульсная характеристика). Временные и частотные характеристики звеньев: (единичная функция, переходная функция и функция веса). Линеаризация нелинейных систем; решение дифференциальных уравнений методом преобразования Лапласа; свойства преобразований Лапласа. Переходная и передаточная функции элементов и систем; амплитудно-частотная и фазочастотная характеристика. Комплексный коэффициент передачи. Частотные характеристики в обычном и логарифмическом масштабе.	ПК-15. ПК-25	
3	3. Типовые звенья линейных САУ и законы регулирования Типовые звенья линейных САУ и законы регулирования. Типовые соединения звеньев, их преобразование и передаточные функции. Правила преобразования структурных схем. Представление САУ в виде структурных схем. Временные, операторные и частотные характеристики звеньев. Безинерционное, апериодическое, форсирующее, колебательное, интегрирующее, дифференцирующее звено и звено запаздывания. Временные и частотные характеристики типовых звеньев	ПК-15. ПК-25	Темы для самостоятельной работы
4	4. Качество линейных САУ в установившемся режиме Качество линейных систем в установившемся режиме. Понятие и критерии устойчивости. Методы определения устойчивости. Алгебраические критерии Рауса и Гурвица. Частотная передаточная функция и частотные характери-	ПК-26. ПК-27.	

	стики звеньев. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение запасов устойчивости. Переходной процесс и ошибки регулирования. Общие условия устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения. Особенности исследования устойчивости систем со звеньями запаздывания. Ошибки в статических и астатических системах. Расчет статических характеристик САУ при различных соединениях звеньев. Способы устранения статических ошибок.		
5	5. Качество линейных САУ в переходном режиме Основные подходы к оценке качества линейных систем в переходном режиме. Прямые и косвенные методы исследования качества. Интегральная оценка качества. Ошибки регулирования. Оценка запаса устойчивости и быстродействия по переходной характеристике. Колебательность и перерегулирование; определение чувствительности. Анализ качества по расположению корней характеристического уравнения; операторный метод. Построение переходных процессов методом трапецеидальных вещественных частотных характеристик. Методы оценки качества и моделирование звеньев.	ПК-26. ПК-27.	
6	6. Коррекция линейных и нелинейных САУ. Синтез линейных САУ. Коррекция линейных и нелинейных САУ. Синтез линейных САУ. Методы коррекции. Виды и типы корректирующих элементов и звеньев. Виды корректирующих устройств (последовательные и параллельные). Методы коррекции САУ. Синтез последовательных активных корректирующих устройств. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам. Структура нелинейной системы основного типа. Методы моделирования и синтез схем САУ с использованием ПО Vis-Sim.	ПК-15. ПК-25.	Собеседование по вопросам лекционного материала
Семестр 6			
1	1.1. Элементы питания, измерения, коммутации и управления. Элементы цепи обратной связи. Принципиальные элементы САУ, их свойства, назначение и принцип действия. Законы и принципы, используемые при преобразовании физических величин датчиков в электрические величины. Аналоговые, дискретные и частотные датчики. Физические процессы и принципы преобразования, используемые в датчиках индуктивного типа, пьезоэлектрического типа, мостовых тензометрических датчиков. Свойства, назначение и принципы действия датчиков: давления, температуры, перемещения, положения, вибрации и расхода. Определение чувствительности и гистерезисных свойств дискретных датчиков и дискретных элементов коммутации. Определение точности и линейности аналоговых и частотных датчиков. Схемы САУ с датчиками в цепи обратной связи.	ОПК-2, ПК-15	Собеседование по вопросам лекционного материала Темы для самостоятельной работы
2	Электронные блоки питания, управления и регулирования, используемые в линейных САУ. Виды и типы электронных регуляторов; блоки управления и исполнительные устройства САУ. Схемы и принцип работы пневматических, гидравличе-	ОПК-2, ПК-15, ПК-25	Собеседование по вопросам лекционного материала Темы для

	ских и электрических исполнительных устройств – регуляторов и рульмашинок. Аналоговые и дискретные регуляторы положения, движения и вращения.		самостоятельной работы
3	Схемы интеграторов и дифференциаторов в качестве фильтров и корректирующих устройств. Способы оценки параметров линейных и нелинейных элементов и схем усилителей; их ВАХ и АЧХ.	ПК15, ПК-25.	Собеседование по вопросам лекционного материала
4	Исследование дискретных датчиков САУ: гистерезисные явления и основные параметры. Исследование аналоговых датчиков САУ: принципы работы и анализ их ВАХ и АЧХ.	ПК-25, ПК-26.	Темы для самостоятельной работы
5	Исследование схем на основе ПИД звеньев САУ: анализ передаточных характеристик в <i>VisSim</i> .	ПК-26. ПК-27	
6	Методы повышения надежности элементов САУ Мажоритарный закон. Виды и способы включения резервных элементов: ждущее, холодное, горячее,	ПК-26, ПК-27.	Темы для самостоятельной работы

1. Зачетно-экзаменационные материалы

1.1. Перечень контрольных вопросов для проведения зачета (5 семестр)

1. Объект изучения Теории автоматического управления (ТАУ).
2. Определение понятий: законы управления, автоматическое и автоматизированное.
3. Вопросы, решаемые ТАУ. Методы ТАУ.
4. Общая структурная схема системы автоматического управления (САУ).
5. Элементы САУ, классификация элементов САУ.
6. Общая структурная схема системы автоматического управления (САУ).
7. Связи элементов САУ, виды информационных сигналов в САУ.
8. Классификация САУ по принципу построения и количеству управляемых сигналов.
9. Классификация САУ по цели управления и характеру объекта управления.
10. Классификация САУ по характеру сигналов и по математическому описанию.
11. Статический режим работы САУ. Статическая характеристика. Уравнение статики.
12. Динамические характеристики и режимы работы САУ. Уравнение динамики.
13. Переходной процесс. Временные характеристики динамической системы.
14. Математическое описание элементов САУ. Способы линеаризации.
15. Типовые пропорциональные, интегрирующие и дифференцирующие звенья САУ.
16. Передаточные функции САУ.
17. Последовательный способ «сворачивания» структурной схемы.
18. Устойчивость САУ. Понятия устойчивости по Гурвицу, Раусу, Михайлову.
19. Прямые оценки качества переходного процесса САУ. Виды переходных процессов.
20. Интегральная квадратичная оценка качества переходного процесса САУ.
21. Оптимизация переходного процесса по мин. интегральной квадратичной оценки.
22. Оценка качества установившегося режима, определение ошибки САУ.
23. Переходной и установившийся частотные режимы работы САУ.
24. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики САУ (АЧХ и ФЧХ).

1.2. Перечень контрольных вопросов для проведения экзамена (6 семестр)

1. Теория автоматического управления – основные определения, цели, задачи.
2. Фундаментальные принципы автоматического управления
3. Классификация систем автоматического управления (САУ)
4. Элементы САУ
5. Уравнения динамики и статики
6. Передаточные функции
7. Методы линеаризации
8. Преобразования Лапласа

9. Временные и частотные характеристики звеньев САУ
10. Типовые звенья САУ
11. Типовые соединения звеньев
12. Определение передаточных функций многоконтурных систем
13. Взаимосвязь вариантов математического описания линейных САУ
14. Устойчивость систем;
15. Качество переходного процесса;
16. Качество установившегося режима;
17. Синтез линейных САУ;
18. Выбор параметров по минимуму интегральной оценки;
19. Имитационное моделирование;
20. Основной тип нелинейных систем;
21. Автоколебания и причины возникновения;
22. Импульсные системы. Основные понятия;
23. Математическое описание импульсных систем;
24. Математическое описание дискретных систем;
25. Анализ дискретных систем.

2. Комплекты оценочных средств

2.1. Вопросы к собеседованию по лекционному материалу

Семестр 5

1. Основные термины и определения.
2. Фундаментальные принципы управления. Какие задачи решает ТАУ?
3. Классификация систем управления (САУ). Что такое закон управления?
4. Элементы САУ и их передаточные функции. Замкнутый принцип построения САУ.
5. Освоение системы моделирования *VisSim*. Имитационное моделирование в среде *VisSim*.
6. Что такое модель: структурная, математическая, физическая и их назначение?
7. Решение нелинейных дифференциальных уравнений и способы их линеаризация.
8. Уравнение динамики и статики звеньев. Что такое объект управления?
9. Передаточные функции и преобразование Лапласа.
10. Что такое статический режим САУ? Принцип замкнутого управления.
11. Свойство и передаточная функция интегрирующего звена?
12. Временные и частотные характеристики звеньев.
13. Типовое звено; чем определяется тип элемента САУ. Передаточные функции типовых звеньев.
14. Виды соединения типовых звеньев. Чем определяется тип элемента?
15. Что такое пропорциональное звено? Переходные характеристики пропорциональных звеньев.
16. Назначение интегро-дифференцирующих звеньев.
17. Принципы преобразования схем, содержащих типовые звенья.
18. Понятие устойчивости и критерии устойчивости по Гурвицу, Раусу и Михайлову.
19. Переходной процесс и ошибки регулирования.
20. Определение устойчивости и запаса устойчивости по ЛАЧХ и ЛФЧХ линейных систем.
21. Основные показатели качества. Прямые и косвенные методы исследования качества.
22. Интегральный и частотный критерий качества.
23. Назначение и методы коррекции САУ. Синтез корректирующих устройств.

Семестр 6

1. Статические способы испытаний элементов ЛА.
2. Особенности П-регулятора. Особенности ПИ-регулятора.
3. Датчики давления: виды, типы, параметры, способы преобразования или работы.
4. Виды и типы динамических испытаний элементов и изделий.
5. Особенности ПД-регулятора. Особенности ПИД-регулятора.
6. Датчики расхода. Виды, типы, параметры, принцип преобразования.

7. Датчики положения. Назначение, параметры, принцип преобразования или работы.
8. Виды и типы сервоприводов (регуляторов). Принцип построения и работы.
9. Тензометрические датчики, их исполнение, назначение, принцип преобразования.
10. Что такое динамические характеристики датчиков. Примеры.
11. Основные параметры датчиков – преобразователей.
12. Электрические регуляторы (сервоприводы). Примеры построения и работы.
13. Способы обозначения элементов и сигналов на структурной схеме САУ.
14. Принцип работы и примеры аналоговых датчиков.
15. Испытания на вибрацию. Назначение, примеры проведения, параметры.
16. Виды эффектов, используемых в датчиках-преобразователях.
17. Принцип работы и примеры частотных и цифровых датчиков.
18. Виды технических средств для усиления сигнала датчика.
19. Гистерезисные свойства и погрешности датчиков.
20. Виды и способы повышения надежности схем САУ. Свойства и назначение.
21. Свойства, назначение, принцип построения и работы гидрорегулятора.
22. Назначение пьезоэлектрических датчиков.
23. Отличительные признаки видов резервирования: холодное, горячее, ждущее.

На собеседовании задается три вопроса. Критерии формирования оценки (на зачете) по результатам собеседования:

- «не зачтено» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «зачтено» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса.

2.2. Темы самостоятельной работы

Варианты заданий для самостоятельной работы:

поиск учебных пособий по данному материалу, подготовка презентации и доклада

Семестр 5

1. История возникновения и развития первых САУ
2. Обзор и сравнительный анализ известных САУ, САР.
3. Новые достижения и тенденции развития современных САУ и САР.
4. Отличительные признаки и свойства характерные для САУ и САР.
5. Типовые математические способы описания моделей САУ
6. Типовые звенья и их передаточные характеристики в современных САУ.
7. Стадии построения и разработки САУ. Типы и виды аналоговых САР.
8. Виды и типы моделей, используемых для исследования параметров САУ.
9. Методы автоматизированного проектирования с использованием пакета Vis-sim.
10. Виды статических параметров системы и методы их оценки.
11. Виды динамических параметров системы и методы их оценки.
12. Методы оценки фазовых частотных характеристик системы.
13. Методы оценки устойчивости и качества САУ.
14. Возможности имитационных моделей, используемых при анализе работы САУ
15. Способы оценки и повышения надежности сложных систем.
16. Примеры способа автоматизации наполнения бака, хода часов, числа оборотов двигателя
17. Современные тенденции проектирования аналоговых и цифровых систем управления
18. Примеры типовых звеньев, их основные параметры и передаточные функции.
19. Реализация принципов управления и регулирования на основе типовых звеньев
20. Факторы, влияющие на быстродействие, качество и устойчивость САР
21. Назначение корректирующих элементов для систем управления. Фильтры.
22. Способы оценки и обеспечения устойчивости системы.

Семестр 6

1. Причины и способы резервирования датчиков при стендовых испытаниях ЛА.

2. Способы измерения вибраций и колебаний объекта.
3. Способы измерения температура с высокой точностью.
4. Различия между пассивными и активными датчиками и способы повышения точности.
5. Способы применения оптических датчиков (пример).
6. Способы применения пьезоэлектрических датчиков (пример).
7. Тенденции развития и применения современных датчиков для САР.
8. Что могут включать в себя климатические испытания элементов ЛА.
9. Какие виды испытаний элементов ЛА проводят в термостатированной камере.
10. Какие параметры контролируют при огневых стендовые испытания двигателя ЛА
11. Способы реализации схемы, позволяющей реализовать мажоритарный закон.
12. Рассмотреть мажоритарный закон из условия: 2 из 3-х; 3 из 5-х;
13. Примеры повышения надежности некоторых элементов САУ или ЛА
14. История возникновения первых датчиков и регуляторов, используемых в САР
15. Современные датчики их параметры для аналоговых и цифровых систем управления
16. Построить пример простой системы поддержания заданной температуры в котле
17. Реализация принципов управления и регулирования на основе типовых звеньев
18. Назначение корректирующих элементов для блоков управления и регуляторов
19. Примеры оценки и обеспечения устойчивости замкнутой системы
20. Мажоритарный закон и способы резервирования элементов и звеньев САР

2.3. Фонд контрольных заданий

Оценивание результатов контрольных заданий:

«отлично» - обучающийся ответил правильно на 40% вопросов задания;

«хорошо» - обучающийся ответил правильно на 30% вопросов задания;

«удовлетворительно» - обучающийся ответил правильно на 15% вопросов задания;

«неудовлетворительно» - обучающийся ответил правильно менее 10% вопросов задания.

2.4. Примерные варианты заданий для контрольных работ (по семестрам)

Контрольная работа 1.

Тестовые вопросы: 1-й - 3-й разделы дисциплины ТАУ

1. Наиболее эффективным принципом управления является ...

А... принцип компенсации; Б... принцип разомкнутого управления;

В... принцип замкнутого управления.

2. Уравнение статики - это уравнение, решение которого даёт зависимость ...

А ... выходной координаты системы от входной при возмущённом движении,

Б ... выходной координаты от времени в статическом режиме,

В ... выходной координаты от входной в статическом режиме,

Г ... выходной координаты от входной и от времени при возмущённом движении.

3. Уравнение динамики - это уравнение, решение которого даёт зависимость ...

А ... выходной координаты от входной и от времени при возмущённом движении,

Б ... выходной координаты системы от входной при возмущённом движении,

В ... выходной координаты от входной в установившемся режиме,

Г ... выходной координаты от времени в статическом режиме.

4. Дифференциальное уравнение вида $p y(t) = k x(t)$ это модель типового ...

А ... инерционного звена, Б ... инерционного дифференцирующего звена,

В ... колебательного звена, Г ... идеального интегрирующего звена.

5. Дифференциальное уравнение в операторной форме имеет вид ...

А ... $a_n y^{(n)}(t) + \dots + a_2 y''(t) + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = b_m x^{(m)}(t) + \dots + b_2 x''(t) + b_1 x'(t) + b_0 x(t)$,

Б ... $(a_n p^n + \dots + a_2 p^2 + a_1 p + a_0) y(t) = (b_m p^m + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0) x(t)$,

В ... $(a_n s^n + \dots + a_2 s^2 + a_1 s + a_0) Y(s) = (b_m s^m + \dots + b_2 s^2 + b_1 s + b_0) X(s)$.

6. В уравнении $(a_n p^n + \dots + a_1 p + a_0) y(t) = (b_m p^m + \dots + b_1 p + b_0) x(t)$ “p” это ...

А ... внутренний параметр системы; Б ... комплексная переменная;

В ... постоянный коэффициент, Г ... символ дифференцирования.

7. В ур. $(a_n p^n + \dots + a_1 p + a_0) y(t) = (b_m p^m + \dots + b_1 p + b_0) x(t)$ собственный оператор это...

А ... $x(t)$; Б ... $y(t)$; В ... $(a_n p^n + \dots + a_2 p^2 + a_1 p + a_0)$; Г ... $(b_m p^m + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0)$.

8. В уравнении $(a_n p^n + \dots + a_1 p + a_0) y(t) = (b_m p^m + \dots + b_1 p + b_0) x(t)$ “ a_n ” - это ...

А ... комплексная переменная; Б ... внутренний параметр системы;

В ... символ дифференцирования;

9. Дифференциальное уравнение вида $(Tp+1)y(t) = k x(t)$ - это модель типового ...

А ... колебательного звена; Б ... идеального интегрирующего звена;

В ... инерционного звена, Г ... инерционного дифференцирующего звена.

10. Дифференциальное уравнение вида $(T^2 p^2 + 2T\zeta p + 1) y(t) = k x(t)$ - это модель ...

А ... колебательного звена, Б ... инерционного звена,

В ... идеального интегрирующего звена, Г ... инерционного дифференцирующего звена.

11. Типовое звено описывается уравнением вида ...

А ... $(a_2 p^2 + a_1 p + a_0) y(t) = (b_1 p + b_0) x(t)$,

Б ... $(a_n s^n + \dots + a_2 s^2 + a_1 s + a_0) Y(s) = (b_m s^m + \dots + b_2 s^2 + b_1 s + b_0) X(s)$,

В ... $a_n y^{(n)}(t) + \dots + a_2 y''(t) + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = b_m x^{(m)}(t) + \dots + b_2 x''(t) + b_1 x'(t) + b_0 x(t)$.

12. В уравнении $(a_n p^n + \dots + a_1 p + a_0) y(t) = (b_m p^m + \dots + b_1 p + b_0) x(t)$ оператор воздействия - это...

А) ... $(a_n p^n + \dots + a_2 p^2 + a_1 p + a_0)$; Б) ... $(b_m p^m + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0)$; В) ... $x(t)$; Г) ... $y(t)$.

13. Типовое звено определяется типом ...

А ... переходной характеристики звена; Б ... входного сигнала;

В ... математической модели звена, Г ... собственного оператора.

14. Дифференциальное уравнение вида $y(t) = kp x(t)$ - это модель типового ...

А ... идеального дифференцирующего звена, Б ... идеального интегрирующего звена,

В ... инерционного интегрирующего звена, Г ... инерционного дифференцирующего звена.

15. Дифференциальное уравнение вида $y(t) = k x(t)$ это модель типового ...

А ... инерционного интегрирующего звена, Б ... идеального интегрирующего звена,

В ... идеального усилительного звена, Г ... инерционного дифференцирующего звена.

16. Переходной процесс - это переход ...

А ... системы от одного устойчивого состояния в другое, Б ... сигнала в системе от входа к выходу,

В ... системы от статического режима к динамическому.

Контрольная работа 2.

Тестовые вопросы: 4-й - 6-й разделы дисциплины ТАУ

17. Передаточная функция - это отношение ...

А ... изображений по Лапласу функции входного сигнала к функции выходного,

Б ... оператора воздействия к собственному оператору,

В ... собственного оператора системы к оператору воздействия.

18. Переходная характеристика - это ...

- А ... динамическая характеристика при единичном импульсном воздействии,
Б ... статическая характеристика при единичном ступенчатом воздействии,
В ... динамическая характеристика при произвольном воздействии,
Г ... динамическая характеристика при единичном ступенчатом воздействии.

19. Фазово-частотная характеристика - это ...

- А ... разность фаз выходного и входного частотных сигналов, Б ... сдвиг по фазе.
В ... фаза входного гармонического сигнала, Г ... фаза выходного гармонического сигнала,

20. Единичное ступенчатое воздействие - это функция ...

- А ... $x(t) = 1$ при $t < 0$ и 0 при $t > 0$, Б ... $x(t) = 0$ при $t \neq 0$ и ∞ при $t = 0$,
В ... $x(t) = 1$ при $t > 0$ и 0 при $t < 0$, Г ... $x(t) = 0$ при $t = 0$ и ∞ при $t \neq 0$.

21. Переходная импульсная характеристика - это ...

- А ... динамическая характеристика при произвольном воздействии,
Б ... статическая характеристика при единичном ступенчатом воздействии,
В ... динамическая характеристика при единичном импульсном воздействии,

22. Сдвиг по фазе имеет размерность ...

- А ... метры; Б ... градусы; В ... радианы; Г ... секунды.

23. Дифференциальное уравнение вида $(T^2 + p) y(t) = k x(t)$ - это модель типового ...

- А ... инерционного интегрирующего звена, Б ... инерционного дифференцирующего звена,
В ... идеального интегрирующего звена, Г ... идеального дифференцирующего звена.

24. Частотная передаточная функция - это ...

- А ... комплексная амплитудно-фазовая частотная характеристика,
Б ... передаточная функция при частотных воздействиях,
В ... передаточная функция при гармонических выходных координатах.

25. Статическая ошибка управления это ...

- А ... разница между значениями входного и выходного сигналов,
Б ... неустойчивость входного сигнала,
В ... отклонение выходного сигнала от заданного в динамическом режиме,
Г ... отклонение выходного сигнала от заданного в статическом режиме.

26. Уравнение динамики составляется на основе ...

- А ... структурной схемы САУ,
Б ... физических законов, определяющих поведение элемента САУ,
В ... алгоритма управления САУ, Г ... алгоритма функционирования САУ.

27. Если корни характеристического полинома больше нуля, то ...

- А ... система нейтральна; Б ... система неустойчива; В ... система устойчива;

28. Переходная характеристика типового звена $(T^2 p^2 + 1) y(t) = k x(t)$ имеет вид ...

- А ... показательной функции; Б ... линейной функции; В ... синусоидальной функции.

29. Динамическая ошибка управления это ...

- А ... разница между значениями входного и выходного сигналов,
Б ... отклонение выходного сигнала от заданного в статическом режиме,
В ... отклонение выходного сигнала от заданного в динамическом режиме,

30. Радиус-вектор, оббегающий кривую АФЧХ это ...

- А ... ее вещественная составляющая, Б ... ее мнимая составляющая,

В ... амплитудно-частотная характеристика, Г ... фазово-частотная характеристика.

31. Косвенной оценкой качества переходного процесса является ...

- А ... затухание системы, Б ... квадратичная интегральная оценка,
В ... время разгона, Г ... перерегулирование.

Контрольная работа 3.

Тестовые вопросы: 7-й - 9-й разделы дисциплины ТАУ

1. Датчик – как элемент САУ, используется для...

- А ... управления параметрами; Б ... преобразования выходного сигнала;
В ... измерения параметров; Г ... усиления выходного сигнала.

2. Датчик, как элемент преобразования, необходим для.....

- А) повышения коэффициента усиления системы; Б) для понижения коэффициента усиления системы;
В) стабилизации работы системы; Г) для придания системе большей чувствительности.

3. Датчик, например, температурный, в САУ служит для ...

- А) измерения и усиления температуры; Г) стабилизации параметра температуры.
Б) преобразования температуры в сигнал иного рода; В) визуального наблюдения температуры;

4. Датчик, например, пьезоэлектрический в разомкнутой САУ, необходим

- А) для стабилизации измеренного параметра; Б) для регулирования измеренного параметра;
В) для измерения и наблюдения процесса; Г) в качестве элемента положительной обратной связи.

5. Датчик электромагнитный, используемый в следящей САУ, необходим

- А) для регулирования параметра; Б) в качестве элемента цепи обратной связи;
В) только для измерения и регистрации; Г) в качестве элемента управления.

6. В тензометрическом датчике давления, силы, вибрации - использует свойство.....

- А) преобразования его сопротивления в силу; Б) балансировки мостовой схемы;
В) преобразования внешнего воздействия в электрический параметр;
Г) преобразования в механический параметр давления, силы, вибрации.

Контрольная работа 4.

Тестовые вопросы: 10-11-й раздел дисциплины ТАУ

7. Электромеханический регулятор используется в САУ для...

- А) преобразования механического воздействия в электрическое; Б) преобразования параметров,
В) воздействия на среду или на объект регулирования;
Г) воздействия на объект управления механически.

8. Гидравлический привод, используемый в САУ, предназначен для...

- А) поддержания давления в гидростанции; Б) измерения расхода жидкости в магистрали;
В) преобразования давления в главном цилиндре в перемещение его штока;
Г) преобразования перемещения штока в давление в золотниковом устройстве.

9. Электрический привод (руль-машинка) используется в САУ в качестве.....

- А) рулевого устройства для коррекции САУ; В) объекта управления;
Б) преобразования электрического сигнала в механическую энергию; Г) устройства управления.

10. Объектом управления может являться.....

- А) внешняя и внутренняя среда; Б) внутренние параметры САУ;
В) координаты некоторого устройства, например, ЛА; Г) некоторое устройство или параметр.

11. Регулирование параметров в объекте осуществляется с помощью...

- А) датчиков управления в цепи обратной связи; В) цепи положительной обратной связи;
Б) индивидуальных исполнительных устройств; Г) цепи местной отрицательной обратной связи.

12. Что общего между устройством управления и объектом управления ...

- А) объект управления воздействует на устройство управления; Б) они работают параллельно;
В) они работают последовательно; Г) устройство управления воздействует на объект управления.

13. Огневые испытания элементов ЛА подразумевают.....

- А) быстрый нагрев изделия, защищенного ТЗП, в термостатированной камере;
Б) нагрев открытым огнем элементов ЛА не защищенных ТЗП;
В) один из видов стендовых испытаний двигательной установки ЛА;
Г) один из видов стендовых испытаний корпуса ЛА на надежность.

14. Климатические испытания элементов ЛА подразумевают.....

- А) быстрый нагрев и остывание изделия в термостатированной камере;
Б) нагрев, выдержка и остывание изделия в камере с низким давлением;
В) комплекс стендовых испытаний элементов ЛА без воздействия огня;
Г) один из видов стендовых испытаний отсеков ЛА на герметичность.

15. Нарботка на отказ элементов ЛА подразумевают.....

- А) длительная проверка работоспособности элементов или изделия ЛА в статике;
Б) длительная проверка работоспособности элемента или изделия ЛА в динамике;
В) комплекс испытаний элементов ЛА при оценке надежности;
Г) один из видов стендовых испытаний элементов ЛА на долговечность;

16. Повышение надежности работы САУ выполняется за счет.....

- А) увеличения длительности работы составных элементов САУ в статике;
Б) использования мажоритарного закона для самого ненадежного элемента САУ;
В) холодного и горячего резервирования некоторых элементов САУ;
Г) ждущего резервирования исполнительного органа в САУ;

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№п/п	Знания
1	Основные понятия о принципах работы разомкнутых и замкнутых линейных САР и иметь представление о назначении систем и их рабочих параметрах;
2	Принципы построения современных систем автоматического управления;
3	Эквивалентные формы математического описания: дифференциальных уравнений, передаточных функций, структурных схем, комплексного коэффициента передачи САУ;
4	Дифференциальные уравнения, передаточные функции и частотные характеристики в обычном и логарифмическом масштабе типовых звеньев САУ
5	Методы анализа САУ на устойчивость, точность и ошибки регулирования;
6	Методы и критерии оценки устойчивости САУ и запаса устойчивости по частотным характеристикам в обычном и логарифмическом масштабе;
7	Методы оценки качества САУ в установившемся и переходном режиме;
8	Применение программ моделирования для анализа, расчета и синтеза проектируемой

	САУ.
--	------

3.2. Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№п/п	Умения
1	Составлять передаточные функции и проводить динамический анализ систем управления
2	Рассчитывать и анализировать параметры звеньев при проектировании САУ;
3	Составлять и линеаризовать дифференциальные уравнения звеньев с нелинейной характеристикой;
4	Преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа заданной САУ
5	Выбирать методы для анализа статических и динамических свойств проектируемой системы;
6	Использовать аналитические методы и стандартные программы для нахождения оптимальных решений
7	Применять на практике навыки работы с прикладными программами моделирования объектов для анализа и синтеза САУ на компьютерной технике;
8	Проводить этапы разработки, измерения и исследования параметров типовых звеньев САУ;

3.3. Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№п/п	Навыки
1	Составления передаточных функций и исследование их свойств;
2	Владения методиками расчета параметров цепей, используемых в звеньях САУ;
3	Аналитического расчета типовых звеньев при разработке структурных схем САУ;
4	Моделирования процессов при анализе и исследовании рабочих параметров типовых звеньев САУ;
5	Измерения рабочих параметров звеньев САУ при проведении исследований;
6	Анализа измеренных параметров звеньев САУ и построения графиков зависимостей;
7	Анализа и синтеза линейных САУ при использовании современных методов моделирования на ЭВМ
8	Использования компьютеров при составлении отчетов по результатам проектирования.

3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

Компетенции	Знания (№ из 3.1)	Умения (№ из 3.2)	Навыки (№ из 3.3)
ОПК-2. Понимание роли математических и естественнонаучных знаний и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	1	1, 2	1, 2
ПК-15. Способность разрабатывать и внедрять системы диагностирования и долговременного контроля несущих конструкций и пространственной стабильности сооружений наземного комплекса.	2, 3	3,4	3
ПК-25. Способность выбирать и проектирует аппаратуру, необходимую для проведения экспериментов и регистрации их результатов, разрабатывает техническую документацию на стендовые установки, необходимые для проведения экспериментов.	4	5	4, 5
ПК-26. Способностью выбирать и проектировать аппаратуру,	5, 6	6, 7	6, 7

проводить диагностирование технического состояния конструкций, сооружений и технических систем.			
ПК-27. Способностью использовать компьютерные технологии проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.	8	7, 8	7, 8

3.5. Разделы дисциплин и виды занятий

Перечень компетенций	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Показатели и критерии оценивания компетенций		
								Перечень типовых контрольных заданий (п. 2 ФОС)	п.п. шкала оценивания	п.п. методы
	<i>Семестр 5</i>			<i>Л</i>	<i>ПЗ</i>	<i>ЛР</i>	<i>СРС</i>			
ОПК-2 ПК-15 ПК-25	Основные понятия и определения. Фундаментальные принципы управления.; Классификация систем управления; Элементы САУ и их передаточные функции; Назначен системы моделирования VisSim. Уравнение динамики и статики звеньев. Передаточные функции. Линеаризация. Преобразование Лапласа; Временные и частотные характеристики звеньев	5	1 2 3 4 5 6	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Выполнение лабораторной работы, отчет по л/р. 1, ответы на вопросы (п.п. 2.1), контрольная работа 1,	п.п. 4.1 - 4.4 ФОС	п. 5 ФОС
ПК-15 ПК-25 ПК-26	Типовые звенья и их типовые соединения. Передаточные функции типовых звеньев. Принципы преобразования схем, содержащих типовые звенья. Решение и моделирование дифференциальных уравнений в Vis Sim, EXEL и MathLab. Понятие устойчивости системы. Критерии устойчивости по Гурвицу и Раусу. Частотный критерий устойчивости Михайл. Переходной процесс и ошибки регулирования. Определение устойчивости и запаса устойчивости по ЛАЧХ и ЛФЧХ линейных систем	5	7 8 9 10	лек	ПЗ	ЛР	СРС	Выполнение лабораторной работы, отчет по л/р. 2. Ответы на вопросы (п.п. 2.2), контрольная работа 2, тестирование, 1 аттестация.	п.п. 4.1 - 4.4 ФОС	п. 5 ФОС
ПК-25 ПК-26 ПК-27	Основные показатели качества. Прямые и косвенные методы исследования. Каче-	5	11 12 13	лек	ПЗ	ЛР	СРС	Выполнение лабораторной	п.п. 4.1 - 4.4	п. 5 ФОС

	ства; Интегральный и частотный критерий качества. Выбор параметров по интегральной оценке. Имитационное моделирование в среде VisSim. Назначение и методы коррекции САУ. Синтез корректирующих устройств. Основные типы нелинейных систем. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам в среде моделирования VisSim и MathLab.		14 15 16					работы, отчет по л/р. 3, 4. Ответы на вопросы (п.п. 2.3; 2.4; 2.5), контрольная работа 3, тестирование, контрольная работа 4, 2 аттестация.	ФОС	
	Семестр 6									
ОПК-2 ПК-15 ПК-25 ПК-26 ПК-27	1.1. Виды и типы измерений и элементов коммутации, используемые в схемах САУ. 1.2. Свойства, параметры и назначение дискретных, аналоговых и частотных датчиков. 1.3. Датчик - элемент цепи обратной связи САУ; 1.4. Анализ точности САУ с датчиками.	6	1 2 3 4 5 6 7 8	лек	ПЗ	ЛР	СРС	Выполнение лабораторной работы, отчет по л/р. 1, ответы на вопросы (п.п. 2.1), контрольная работа 1,	п.п. 4.1 - 4.4 ФОС	п. 5 ФОС
ОПК-2 ПК-15 ПК-25 ПК-26 ПК-27	2.1. Виды и типы элементов управления и регулирования, используемые в САУ. 2.2. Основные параметры исполнительных устройств и регуляторов. 2.3. Оценка параметров интеграторов и дифференциаторов до 2-го порядка.	6	9 10 11 12 13 14 15 16	лек	ПЗ	ЛР	СРС	Выполнение лабораторной работы, отчет по л/р. 2. Ответы на вопросы (п.п. 2.2), контрольная работа 2, тестирование, 1 аттестация.	п.п. 4.1 - 4.4 ФОС	п. 5 ФОС

4. Шкалы оценивания

4.1. Оценку «зачтено» за контрольную работу (работы) обучающийся получает при правильном выполнении не менее 80% заданий.

4.2 Критерии формирования оценок по результатам тестирования.

В представленных тестах по 12 вопросов.

Оценки:

- «**неудовлетворительно**» - получит обучающийся за 7 и менее правильных ответов (из 12).
- «**удовлетворительно**» - 8 или 9 правильных ответов (из 12).
- «**хорошо**» - 10 или 11 правильных ответов (из 12).
- «**отлично**» - 12 правильных ответов (из 12).

4.3. Критерии формирования оценок на экзамене

Согласно балльно-рейтинговой системе: конспект лекций и успешно пройденное тестирование = 20 баллов; выполненные практические задания и контрольные работы = 35 баллов; выполненные лабораторные работы = 25 баллов; презентация/доклад о выполнении самостоятельной работы = 10 баллов.

На зачет задается три вопроса. 10 баллов заслуживает обучающийся, который развернуто и правильно ответил на два вопроса или ответил на три вопроса с небольшими погрешностями или наводящими вопросами.

Оценку (удовлетворительно) обучающий получает при наличии у него 65 и более баллов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Святский М.А. Лабораторные работы по ТАУ. Ч.1. Методические указания к выполнению лабораторно практических работ по дисциплине ТАУ. Изд-во ИжГТУ, 2017. – 64 с.
2. Курс лекций по дисциплине ТАУ. Ч.1. Глава 1 – 6. 2016 г. - 84 с.
3. Визуальное математическое моделирование в VisSim+Matlab+Mathcad / 300 практических примеров. В.П. Дьяконов. –М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 368 с. [Электронный ресурс]: <http://readli.net/vizualnoe-matematicheskoe-modelirovanie-vissim-mathcad-matlab/>
4. Клиначёв Н.В. Моделирование систем в программе VisSim: Теоретические основы построения САУ / Справочная система. Учебно-методический комплекс. Челябинск, 2002 г. [Электронный ресурс] : <http://vissim.nm.ru/vsmhlpru.zip>, <http://vissim.nm.ru/help/vissim/htm>,
5. Клиначёв Н.В. Теория САУ / Практический курс. Учебно-метод-кий комплекс. Челябинск, 2005г. [Электронный ресурс]: http://vissim.nm.ru/tau_knv.zip, http://vissim.nm.ru/tau_lec.htm.
6. Святский М.А. Моделирование и анализ электронных схем автоматики с использованием ПО EWB, MS. Учебно-методическое пособие. Практический курс. Изд. ИжГТУ, 2015 – 60 с.
7. Святский М.А. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу ТАУ-2. Элементы автоматики. Изд-во ИжГТУ, 2017. – 44 с.

5. Методика организации текущего контроля

5 семестр

Вид ОБУЧЕНИЯ	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)																Форма и методы контроля КТ	Номер раздела с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
СЕМЕСТР 5																				
ЛЕКЦИИ (№ ТЕМ)	1А	1	2	3	4	5	6	7	8									Контр. работа №1	6.2.1	12
	2А									9	10	11	12	13	14	15	16	Контр. работа №2	6.2.2	12
	3А																			10
Лабораторные занятия (№ ЛР)	1А		1		2		3	4										отчет по ЛР №1,2,3,4	4.3.1-4.3.2	13
	2А										5		6		7		8	отчет по ЛР №5,6,7,8	4.3.3-4.3.4	13
	3А																		4.3.1-4.3.4	5
Самостоятельн. работа	1А		*		*		*	*	*									Индивид. задание	6.1	6
	2А										*		*	*	*	*	*	Индивид. задание	6.1	6
Посещение занятий	1А	*	*	*	*	*	*	*	*	*								Учет посещений	4.1 – 4.3	5
	2А										*	*	*	*	*	*	*	Учет посещений	4.1 – 4.3	5
Дифференцированный зачет																		Вопросы к зачету	6.4.1	13
ВСЕГО БАЛЛОВ																				100

6 семестр

Вид ОБУЧЕНИЯ	Номер кон- трольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей про- граммы, подлежащие контролю (номер из 4.1)																Форма и методы контроля КТ	Номер раздела с пример- ными зада- ниями	Макси- мальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
СЕМЕСТР 6																				
ЛЕКЦИИ (№ ТЕМ)	1А	1		2		3		4										Контр. работа №3	6.2.3	15
	2А									5		6		7		8		Контр. работа №4	6.2.4	15
	3А																			10
Лабораторные занятия (№ ЛР)	1А			1		2												отчет по ЛР № 1, 2,	4.3.5-4.3.6	15
	2А											3			4			отчет по ЛР № 3, 4	4.3.7-4.3.8	15
	3А																		4.3.5-4.3.8	5
Самостоятельн. работа	1А		*		*		*		*									Индивид. задание	6.1	7
	2А										*		*		*		*	Индивид. задание	6.1	8
Посещение занятий	1А	*		*		*	*	*										Учет посещений	4.1 – 4.3	5
	2А									*		*		*	*	*		Учет посещений	4.1 – 4.3	5
Экзамен																		Вопросы к экзамену	6.4.2	20
ВСЕГО БАЛЛОВ																				120