

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 20:31:54
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«26» января 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Начало подготовки – 2016 год)

Направление

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент А.В. Черникова

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности
протокол от «16» ноября 2015 № 5
Заведующий кафедрой

Л.А.Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления
протокол от «23» декабря 2015 №5

Председатель

В.В.Куркина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Автоматизация технологических процессов и производств»		В.В. Куркина
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Занятия лекционного типа	6
4.3 Занятия семинарского типа	10
4.3.1 Семинары, практические занятия	10
4.3.2 Лабораторные занятия	11
4.4. Курсовое проектирование.....	11
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	12
4.5.1 Темы и содержание контрольных работ.	13
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.	14
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	15
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	15
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	17
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	17
10.1. Информационные технологии.....	17
10.2. Программное обеспечение.....	18
10.3. Информационные справочные системы.....	18
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	18
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	18
Приложение № 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. .	19

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности	<p>Знать: основные принципы построения систем автоматического управления; математические методы, используемые для построения и доказательств основных положений теории; расчетные и исследовательские приемы работы по данной дисциплине;</p> <p>Уметь: решать типовые задачи, возникающие при построении систем управления, обоснованно ставить задачи оптимального управления, находить оптимальные структуры построения автоматических систем и рассчитывать оптимальные режимы работы систем,</p> <p>Владеть: навыками расчетных и исследовательских приемов работы по данной дисциплине; методами инженерных расчетов оптимальных систем управления технологическими процессами;</p>
ПК-8	способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством	<p>Знать: расчетные и исследовательские приемы работы по данной дисциплине; методы инженерных расчетов, применяемых для синтеза систем управления технологическими процессами; методы анализа синтезированных систем управления.</p> <p>Уметь: решать задачи анализа управления; решать задачи построения линейных систем с традиционными регуляторами</p> <p>Владеть: методами математического описания динамических систем; методами анализа синтезируемых систем управления</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к блоку базовой части обязательных дисциплин (Б1.Б.14) и изучается на 3, 4 курсах

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Введение в специальность».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теория автоматического управления» знания, умения и навыки дополняют блок дисциплин, связанных с освоением основных подходов к проектированию и эксплуатации химико-технологических процессов, оснащенных современными системами автоматизации и управления, могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов	
	Заочная форма обучения	
	3 курс	4 курс
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	8/ 288	
	6/216	2/72
Контактная работа с преподавателем:	26	6
занятия лекционного типа	18	
занятия семинарского типа, в т.ч.	8	6
семинары, практические занятия		
лабораторные работы	8	6
курсовое проектирование (КР или КП)	-	КР
КСР	-	-
другие виды контактной работы	-	-
Самостоятельная работа	181	62
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр -3	Кр -2
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	экзамен (9)	КР, зачет (4)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Место и задачи дисциплины	1		-	13	ПК-8
2	Математическое описание линейных САУ	2		2	27	ОПК-3, ПК-8
3	Устойчивость линейных систем	2		2	27	ОПК-3, ПК-8
4	Качество переходных процессов	2		2	21	ПК-8
5	Методы повышения качества линейных САУ	1		-	20	ПК-8
6	Модели динамики в пространстве состояний	2			27	ПК-8
7	Линейные дискретные САУ	2		4	27	ОПК-3, ПК-8
8	Анализ нелинейных САУ	2		-	27	ОПК-3, ПК-8
9	Приближенное исследование нелинейных САУ	2		2	27	ОПК-3, ПК-8
10	Методы оптимального управления	2		2	27	ПК-8
	Итого по дисциплине	18		14	243	

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Место и задачи дисциплины</u> Место дисциплины в профессиональной подготовке студентов. Связь со специальными дисциплинами. Основные понятия автоматического регулирования. Управление, объект управления, управляемые величины, управляющие и возмущающие воздействия. Автоматическое управление, автоматическое управляющее устройство, система автоматического управления (САУ). Понятие обратной связи. Автоматический регулятор. Фундаментальные принципы управления. Классификация САУ.	1	слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Математическое описание линейных САУ</u> Использование дифференциальных уравнений, весовые функции линейных систем. Передаточные функции и передаточные матрицы для описания САУ. Частотные амплитудная и фазовая характеристики. Типовые звенья и их временные и частотные характеристики. Аппроксимация реальных объектов типовыми звеньями на основании экспериментальных переходных функций. Виды соединений звеньев. Определение передаточной функции системы по передаточным функциям отдельных звеньев. Передаточная функция замкнутой системы.</p>	2	слайд-презентация
3	<p><u>Устойчивость линейных систем</u> Определение устойчивости динамической системы. Общая постановка задачи устойчивости по А. М. Ляпунову. Условия устойчивости линейных систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости. Влияние запаздывания на устойчивость. Выделение областей устойчивости. Построение областей расположения характеристических чисел системы в комплексной плоскости методом корневых годографов.</p>	2	слайд-презентация
4	<p><u>Качество переходных процессов</u> Классификация критериев качества САУ. Оценка качества САУ в типовых режимах (коэффициенты ошибок). Оценка качества САУ по переходной характеристике. Корневые методы оценки качества САУ. Апериодический критерий устойчивости. Интегральные критерии качества. Взаимосвязь различных критериев качества. Чувствительность в автоматических системах.</p>	2	слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
5	<p><u>Методы повышения качества линейных САУ</u> Повышение точности САУ. Основные законы управления. Инвариантность и комбинированное управление. Выбор желаемой передаточной функции по типовым воздействиям. Постановка задачи коррекции автоматических систем. Типовые законы регулирования (П, ПИ, ПД, ПИД). Параметрическая оптимизация системы. Грубость системы и коэффициенты чувствительности показателей качества.</p>	1	слайд-презентация
6	<p><u>Модели динамики в пространстве состояний</u> Уравнения вход-выход-состояния для описания одномерных и многомерных систем. Нормальные канонические формы уравнений состояния и наблюдения. Получение этих уравнений по передаточной функции. Получение передаточных функций на основании уравнений вход-выход-состояние. Анализ систем во временной области. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость, детектируемость систем. Случайные процессы, их характеристики (математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция и спектральная плотность). Использование корреляционной функции и спектральной плотности для анализа системы. Связь спектральных плотностей на входе и выходе линейной системы. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Случайный сигнал в замкнутой линейной системе.</p>	2	слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7	<p><u>Линейные дискретные САУ</u></p> <p>Виды дискретизации сигнала (квантование по времени и уровню). Примеры дискретных систем. Описание элементов дискретной САУ: управляющая ЭВМ, преобразователи аналоговых сигналов в цифровые и цифровые в аналоговые.</p> <p>Преобразование Лапласа для импульсных сигналов. Определение Z-преобразования. Формулы связи Z-преобразования с преобразованием Лапласа. Свойства Z-преобразования. Теорема Котельникова-Шеннона. Обратное Z-преобразование. Передаточная функция импульсной системы. Фиксирующие цепи. Передаточная функция последовательного соединения звеньев системы. Специфика расчета импульсных систем с обратной связью.</p> <p>Необходимое и достаточное условие устойчивости импульсной системы. Использование ПИД закона регулирования в дискретных системах. Цифровые САУ. Системы с широтно-импульсной модуляцией. Системы с частотно-импульсной модуляцией. Системы с фазово-импульсной модуляцией.</p>	2	слайд-презентация
8	<p><u>Анализ нелинейных САУ</u></p> <p>Определение нелинейной системы. Основные особенности нелинейных систем. Типовые нелинейности, их статические и временные характеристики. Определение статических характеристик последовательного и параллельного соединения нелинейностей.</p> <p>Условия существования и единственности решения нелинейной системы дифференциальных уравнений. Примеры. Определение устойчивости движения нелинейной системы. Абсолютная устойчивость. Исследование устойчивости движения в фазовом пространстве. Фазовые портреты нелинейных систем второго порядка.</p> <p>Приближенные и точные методы построения фазовых траекторий.</p>	2	слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
9	<p><u>Приближенное исследование нелинейных САУ</u> Автоколебания. Метод припасовывания. Метод гармонической линеаризации нелинейностей. Коэффициенты гармонической линеаризации релейных звеньев, нелинейного звена с насыщением и с зоной нечувствительности. Использование критерия Михайлова для определения параметров автоколебаний и устойчивости. Метод гармонического баланса амплитуд и фаз (метод Гольдфарба). Применение показателя колебательности к расчету нелинейной системы. Статистическая линеаризация нелинейностей. Нелинейное преобразование случайных сигналов. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации.</p>	2	слайд-презентация
10	<p><u>Методы оптимального управления</u> Оптимальное и субоптимальное управление по критерию апериодической устойчивости в линейных системах с запаздыванием для различных типов описания линейной инерционной части (устойчивые, неустойчивые, минимально фазовые и не минимально фазовые). Решение задачи аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР) для линейных систем с постоянными и переменными коэффициентами. Приближенные решения задач оптимального управления с переменными коэффициентами. Стохастические оптимальные системы. Синтез линейной оптимальной системы из условия минимума среднего квадрата ошибки при бесконечной памяти (задача Винера). Понятие о методах решения оптимальных задач для нелинейных систем. Использование принципа максимума Л. С. Понтрягина. Формулировка задачи оптимизации. Принцип оптимальности Беллмана и метод динамического программирования. Управление в условиях неопределенности. Адаптивные и робастные системы.</p>	2	слайд-презентация

4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1 Семинары, практические занятия

В учебном плане - отсутствуют

4.3.2 Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Математическое описание линейных САУ</u> Изучение временных и частотных характеристик динамических звеньев	2	-
3	<u>Устойчивость линейных систем</u> Изучение устойчивости линейных систем	2	-
4	<u>Качество переходных процессов</u> Изучение методов синтеза регуляторов, обеспечивающих требуемое качество переходных процессов	2	-
7	<u>Линейные дискретные САУ</u> Синтез линейных дискретных и импульсных систем автоматического регулирования	4	-
9	<u>Приближенное исследование нелинейных САУ</u> Исследование нелинейных САУ	2	-
10	<u>Методы оптимального управления</u> Изучение методов оптимального управления	2	-

4.4. Курсовое проектирование

Студентам в качестве курсовой работы дается задание по расчету системы автоматического регулирования (САР) для конкретного технологического процесса отрасли.

Основная цель курсовой работы по дисциплине «Теория автоматического управления» состоит в закреплении знаний, полученных на лекциях, лабораторных занятиях и в процессе самостоятельной работы с соответствующими литературными источниками, в сознательном усвоении и осмысленном применении этих знаний при анализе и синтезе системы управления, в приобретении навыков самостоятельной работы исследовательского характера при решении практических задач.

Часть расчетной работы может быть выполнена в приложении Microsoft Office Excel или любом другом пакете, который может использоваться для расчета функции по формуле, так как никаких специальных компьютерных программ для выполнения курсовой работы не требуется.

Темы курсовой работы:

1. «Синтез системы автоматического регулирования давления пара в сушильном цилиндре»
2. «Синтез системы автоматического регулирования температуры массы»
3. «Синтез системы автоматического регулирования концентрации массы»
4. «Синтез системы автоматического регулирования массы 1 м² бумажного полотна»
5. «Синтез системы автоматического регулирования влажности бумажного полотна»
6. «Синтез системы автоматического регулирования уровня в накопительном бассейне»

Исходные данные к курсовой работе

Каждый студент при выполнении курсовой работы должен рассчитать одноконтурную систему стабилизации параметра технологического процесса в соответствии с **инди-**

визуальным вариантом задания.

Исходными данными для курсовой работы являются:

- принципиальная схема рассчитываемой системы;
- математические модели функциональных элементов САР в виде передаточных функций;
- математические модели внешних воздействий (задающего и возмущающего);
- требования к проектируемой системе.

Курсовая работа состоит из следующих частей:

1. Реферат
2. Описание технологического процесса и принципа работы системы регулирования.
3. Составление и описание функциональной структуры САР.
4. Исследование свойств объекта регулирования по каналам управления и возмущения по его математической модели в виде передаточной функции.
5. Расчет периода дискретности в соответствии с требованиями к точности измерения.
6. Составление и описание алгоритмической структуры системы управления, получение моделей замкнутой системы по каналам управления и возмущения.
7. Построение области устойчивости замкнутой системы.
8. Выбор настроек регулятора в соответствии с требованиями к качеству САР.
9. Расчет переходного процесса с выбранными настройками регулятора при изменении задающего и возмущающего воздействий.
10. Оценка качества работы системы.
11. Выводы.

Законченная курсовая работа оформляется пояснительной запиской, подробно отражающей ход и результаты расчета в соответствии с СТО СПбГТИ 044-2012. КС УКВД. Виды учебных занятий. Курсовой проект Курсовая работа. Общие требования.

Пояснительная записка может быть выполнена в рукописном виде или представлять собой распечатку электронного документа (так же допускается комбинированное оформление пояснительной записки, когда текстовая часть выполняется рукописно, а расчетная часть – на компьютере).

Иллюстрации и графики должны быть аккуратно выполнены в соответствии с общими требованиями к чертежным работам. Все графики должны иметь подписи, оси координат на графиках должны иметь обозначения физических величин и размерности. Так же необходимо представить таблицу расчетных значений, по которой строился график.

В начале записки помещается титульный лист, задание на курсовую работу, оглавление, а затем материал по разделам, страницы нумеруются.

К установленному сроку пояснительная записка сдается на проверку преподавателю, а затем проводится защита курсовой работы.

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Место и задачи дисциплины	13	Защита курсовой работы

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Математическое описание линейных САУ Методы описания линейных систем, частотные характеристики, типовые звенья	27	Контрольная работа №1
3	Устойчивость линейных систем Условия устойчивости линейных систем, критерии устойчивости, робастная устойчивость	27	Контрольная работа №2
4	Качество переходных процессов Методы построения желаемого движения замкнутой системы, оценка качества системы	21	Контрольная работа №3
5	Методы повышения качества линейных САУ Повышение точности САУ, основные законы управления.	20	Защита курсовой работы
6	Модели динамики в пространстве состояний Методы пространства состояний в линейной теории, модели вход-выход-состояние, управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость, детектируемость систем	27	Защита курсовой работы
7	Линейные дискретные САУ Определение Z-преобразования, теорема Котельникова-Шеннона, обратное Z-преобразование, основные типы дискретных регуляторов	27	Контрольная работа №4 Защита курсовой работы
8	Анализ нелинейных САУ Определение устойчивости движения нелинейной системы, экспоненциальная устойчивость, второй (прямой) метод Ляпунова, теоремы об устойчивости и неустойчивости нелинейных систем, примеры выбора функций Ляпунова.	27	Контрольная работа №5 Экзамен
9	Приближенное исследование нелинейных САУ Метод гармонической линеаризации нелинейностей, методы определения параметров автоколебаний, устойчивость автоколебаний	27	Контрольная работа №5 Экзамен
10	Методы оптимального управления Оптимальное и субоптимальное управление по критерию апериодической устойчивости в линейных системах с запаздыванием, задачи АКОР, ЛКГ	27	Контрольная работа №5 Экзамен

4.5.1 Темы и содержание контрольных работ.

Предполагается написание студентами пяти письменных контрольных работ. Студенту необходимо представить отчёт о выполненных контрольных работах в рукописном или распечатанном виде.

Отчёт должен включать: титульный лист, условие задачи, подробное описание решения задачи, таблица расчетов и графики (при необходимости), ответ задачи. Во время защиты контрольных работ студент должен знать ход решения задачи, уметь отвечать на теоретические вопросы, непосредственно связанные с тематикой задачи. На титульном листе отчёта о выполнении контрольных работ необходимо указать фамилию, имя и отчество студента, номер учебной группы, номер контрольной работы, номер варианта. Каждая контрольная работа содержит задачи из 10 вариантов. Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки студента.

Контрольные работы для студентов заочной формы обучения посвящены следующей тематике:

Контрольная работа №1. Временные характеристики элементов линейных САУ.

Контрольная работа №2. Устойчивость линейных САУ.

Контрольная работа № 3. Построение области устойчивости и оценка качества линейных САУ на основе временных характеристик.

Контрольная работа №4. Дискретные САУ.

Контрольная работа №5. Нелинейные, оптимальные и адаптивные САУ.

Контрольная работа № 1 «Временные и частотные характеристики элементов линейных САУ».

В состав работы входят 5 задач по получению временных и частотных характеристик элементов линейных САУ. Теоретический и практический материал, необходимый для выполнения контрольной работы № 1 содержится в лекционном курсе (разделы 1-2) и используется при выполнении лабораторного практикума

Контрольная работа № 2 «Устойчивость линейных САУ».

В состав работы входят 5 задач, посвященных использованию необходимого и достаточного условия устойчивости и критериев устойчивости для оценки качества работы САУ. Теоретический и практический материал, необходимый для выполнения контрольной работы № 2 содержится в лекционном курсе (раздел 3), и используется при выполнении лабораторного практикума.

Контрольная работа № 3 «Построение области устойчивости и оценка качества линейных САУ на основе временных характеристик».

В состав работы входит комплексная задача построения области устойчивости, переходного процесса и оценки качества по точности, быстродействию и запасу устойчивости. Теоретический и практический материал, необходимый для выполнения контрольной работы № 3 содержится в лекционном курсе (раздел 4), и используется при выполнении лабораторного практикума.

Контрольная работа № 4 «Дискретные САУ».

Включает две части: расчет и построение переходного процесса непрерывной части дискретной системы автоматического регулирования (САР); построение области устойчивости для замкнутой дискретной САР в плоскости настроек регулятора. Теоретический и практический материал, необходимый для выполнения контрольной работы № 4 содержится в лекционном курсе (раздел 7) и используется при выполнении лабораторного практикума

Контрольная работа № 5 «Нелинейные, оптимальные и адаптивные САУ».

В состав входят 3 теоретических вопроса и задача. Теоретический и практический материал, необходимый для выполнения контрольной работы № 5 содержится в лекционном курсе (разделы 8-10) и используется при выполнении лабораторного практикума

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контро-

ля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена и защиты курсового проекта.

Зачет ставится при выполнении студентом всех форм текущего контроля после собеседования с преподавателем.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и задача (для оценки умений и владений). При сдаче экзамена, студент получает два вопроса и задачу из перечня заданий. Время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

1. Изобразите структуру одноконтурной системы управления с обратной связью, назовите основные элементы, дайте им определения
2. Назовите типовые частотные характеристики, дайте им определение
3. Найти весовую функцию по передаточной функции

$$W(p) = \frac{3}{(2p+1)(4p+1)}$$

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Сотников, В. В. Основы теории управления: метод. указ. к выполнению контрольных работ по направ. подгот. 230100 «Информатика и вычислительная техника» и 230400 «Информационные системы и технологии»/ В. В. Сотников, Л. Ф. Макарова; СПбГТИ(ТУ). Каф. сист. автоматизированного проектирования и управления. – СПб., 2010. – 48 с.

2. Сотников, В. В. Основы теории управления. Базовый курс: учеб. пособие по направ. подгот. 230100 «Информатика и вычислительная техника» и 230400 «Информационные системы и технологии» / В. В. Сотников, Л. Ф. Макарова; СПбГТИ(ТУ). Каф. сист. автоматизированного проектирования и управления. – СПб., 2010. – 155 с.

3. Беспалов, А. В. Системы управления химико-технологическими процессами: учебник для вузов/А. В. Беспалов, Н. И. Харитонов; М.: Академкнига, 2007. – 690 с.

4. Власов, К. П. Теория автоматического управления: учеб. пособие по напр. 220200 «Автоматизация и управление»./К. П. Власов; Харьков: Гуманит. Центр, 2007. – 524 с.

5. Черникова, А.В. Теория автоматического управления (практикум к контрольным работам)/ А.В.Черникова; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 2015. – 73 с.

6. Черникова, А.В. Теория автоматического управления в примерах и задачах. Часть 1 / А.В.Черникова; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 2015. – 51 с.

7. Черникова, А.В. Программа и порядок изучения дисциплины теория автоматического управления / А.В.Черникова; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 2015. – 23 с.

б) дополнительная литература:

1. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления: учеб. пособие для вузов по спец. 210106/ Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев – М.; Краснодар: Лань, 2010. – 219 с.

2. Теория автоматического управления: учебник для вузов по напр. подгот. бакалавров и магистров «Автоматизация и управление»/ Под ред. В. Б. Яковлева – М.: Высш. шк., 2009. – 567 с.

4. Фокин, А. Л. Робастное управление технологическими процессами (учеб. пособие)/ А. Л. Фокин, В. В. Сыроковашин, П. А. Бороздин; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 2007. – 201 с.

5. Фокин, А. Л. Синтез линейных дискретных и импульсных систем автоматического регулирования (методические указания)/ А. Л. Фокин, О. А. Ремизова, И. В. Рудакова; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 2009. – 18 с.

в) вспомогательная литература:

1. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления/ В. Я. Ротач. – М. Издательский дом МЭИ, 2008. — 396 с.

2. Яковлев, В. Б. Теория автоматического управления/ В. Б. Яковлев – М.: Высшая школа, 2003. — 240 с.

3. Бесекерский, В. А. Теория автоматического управления/ В. А. Бесекерский – М.: Наука, 2003. — 314 с.

4. Антонов, В. Н. Адаптивное управление в технических системах: Учеб. пособие/ В. Н. Антонов, В. А. Терехов, И. Ю. Тюкин; – СПб.: Издательство С.–Петербургского университета, 2001. – 244 с.

5. Квакернаак, Х. Линейные оптимальные системы управления/ Р. Сиван – М.: Мир, 1977. – 650 с.

6 Стрейц, В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления/ В.Стрейц – М.: Наука, 1985. – 296 с.

7. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления/ Под ред. Н. Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2002. – 744 с.

8. Поляк, Б. Т. Робастная устойчивость и управление/ Б. Т. Поляк, П. С. Щербаков. – М.: Наука, 2002. – 203 с.

9. Мирошник, И. В. Нелинейные системы. Анализ и управление/ И. В. Мирошник – СПб: СПбГИТМО(ТУ), 2002. – 170 с.

10. Гурецкий, Х. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием/ Х. Гурецкий – М.: Машиностроение, 1974. — 328 с.

11. Деч, Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и Z-преобразования/ Г. Деч – М.: Наука, 1971. — 288 с.

12. Удерман, Э. Г. Метод коревого годографа в теории автоматических систем/ Э. Г. Удерман – М.: Наука, 1972. — 448 с.

13. Острем, К. Ю. Введение в стохастическую теорию управления/ К. Ю. Острем – М.: Мир, 1973. — 321 с.

14. Ерофеев, А. А. Теория автоматического управления: учебник для вузов по направлениям «Автоматизация и управление», «Системный анализ и управление»/ А. А. Ерофеев. – СПб: Политехника, 2003. – 302 с.

15. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / Под ред. А. А. Воронова. М.: Высшая школа, 1986. — 367 с.

16. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления/ А. А. Первозванский – М.: Наука, 1986. — 616 с.
17. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического регулирования/ В. А. Бесекерский, Е. П. Попов–. М.: Наука, 1972. — 768 с.
18. Изерман, Р. Цифровые системы управления/ Р. Изерман –М.: Мир, 1884. 541с.
19. Изучение логарифмических характеристик динамических звеньев и их соединений (методические указания)/ А. Л. Фокин [и др.]; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 1998. – 36 с.
20. Проектирование одноконтурных линейных автоматических систем стабилизации при помощи логарифмических частотных характеристик на ПЭВМ (методические указания)/ А. Л. Фокин [и др.]; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 1998. – 48 с.
21. Рапопорт, Э. Я. Анализ и синтез систем автоматического управления с распределенными параметрами: учеб. пособие для вузов по напр. подгот. «Автоматизация и управление»/Э. Я. Рапопорт; М.: Высш. шк., 2005. – 292 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
 электронно-библиотечные системы:
 «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://bookonlime.ru>;
 «Лань » <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Теория автоматического управления» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТОСПБГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel);

P.I.D. – expert станция инженерного сопровождения систем автоматического регулирования, версия 2.05 (демо-версия).

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных и консультационных занятий используется учебная аудитория на 24 посадочных места, оборудованная видеопроекционной системой.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс с лицензионным программным обеспечением.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Теория автоматического управления»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Компетенции		
Индекс	Формулировка ¹	Этап формирования ²
ОПК-3	способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности	промежуточный
ПК-8	способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №1	Знает основные понятия теории автоматического управления. Умеет определять функциональное назначение элементов в реальных системах автоматического управления. Владеет терминологией классической теории автоматического управления	Правильные ответы на вопросы №9-12 к экзамену	ПК-8
Освоение раздела №2	Знает определения передаточной функции, временных и частотных характеристик. Умеет получать математические модели элементов и систем, строить временные и частотные характеристики, применять знание типовых характеристик к реальным технологическим объектам	Правильные ответы на вопросы №1-2, 13-24 к экзамену	ОПК-3, ПК-8

¹ жирным шрифтом выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

² этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Владеет математическим аппаратом теории автоматического управления и методом аналогии		
Освоение раздела №3	Знает основные понятия теории устойчивости Умеет применять различные критерии для оценки устойчивости, строить область устойчивости Владеет математическим аппаратом теории устойчивости	Правильные ответы на вопросы №3, 25-35 к экзамену	ОПК-3, ПК-8
Освоение раздела №4	Знает основные показатели качества САУ. Умеет оценивать качество САУ в типовых режимах, с использованием корневого, частотного и временного методов. Владеет навыками оценки качества САУ	Правильные ответы на вопросы №36-42 к экзамену	ПК-8
Освоение раздела №5	Знает основные законы управления. Умеет выбирать желаемую передаточную функцию по типовым воздействиям, формулировать задачу коррекции автоматических систем. Владеет терминологией классической теории автоматического управления	Правильные ответы на вопросы №43-46 к экзамену	ПК-8
Освоение раздела № 6	Знает основные принципы построения моделей вход-выход-состояние. Знает методы структурного анализа систем управления. Умеет решать задачи моделирования линейных систем в пространстве состояний	Правильные ответы на вопросы №47-53 к экзамену	ПК-8
Освоение раздела №7	Знает основные методы построения линейных дискретных систем в частотной и временной областях. Знает основные подходы к построению современных импульсных систем управления. Умеет проводить анализ устойчивости дискретных систем. Владеет навыками расчета импульсных систем.	Правильные ответы на вопросы №4-5, 54-61 к экзамену	ОПК-3, ПК-8

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 8	Знает основные понятия нелинейных систем Умеет определять тип нелинейности Владеет навыками оценки вида переходного процесса по фазовому портрету.	Правильные ответы на вопросы №6-8, 63-66 к экзамену	ОПК-3, ПК-8
Освоение раздела №9	Знает основные понятия метода гармонического баланса. Умеет использовать основные критерии устойчивости для анализа нелинейных систем. Владеет приближенными методами синтеза нелинейных систем.	Правильные ответы на вопросы №6-8, 63-66к экзамену	ОПК-3, ПК-8
Освоение раздела № 10	Знает основные подходы к построению линейных оптимальных систем управления. Умеет использовать теоретические результаты оптимальной теории для построения систем с улучшенными качественными показателями. Владеет навыками построения линейных оптимальных систем.	Правильные ответы на вопросы №67-72 к экзамену	ПК-8

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится по пятибалльной шкале.

Оценка «отлично» ставится, если минимум 80% задания было решено правильно, а 20% имеет неполное решение, т.е. получены правильные развернутые ответы на теоретические вопросы и верен ход решения задачи, тема которой, как правило, сопровождает один из двух вопросов теории. Студен должен показать глубокое знание учебного материала, в соответствии с требованиями рабочей программы, умение решать профессиональные задачи, закрепленные за компетенциями, раскрываемыми данной дисциплиной.

Оценка «хорошо» ставится, если минимум 70% задания было решено правильно, 20% имеет неполное решение, 10% – начато правильное решение, но не доведено до конца, т.е. получен полный, развернутый ответ на один из теоретических вопросов, при этом не до конца сформирован ответ на второй вопрос и/или наблюдается нарушения алгоритма решения задачи.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если минимум 50% задания было решено правильно, 35% – начато правильное решение, но не доведено до конца, 15% – не имеет решения, т.е. получены неполные, не до конца сформулированные ответы на теоретические вопросы, не решена или предложен неправильных ход решения задачи. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных знаниях выпускника и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях учебного материала в соответствии с требованиями рабочей программы дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предложенного задания промежуточной аттестации.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-3:

1. Алгоритмы получения передаточной функции линейной САУ.
2. Алгоритмы построения переходных процессов линейных систем
3. Алгоритмы построения области устойчивости различными методами
4. Алгоритмы получения передаточной функции дискретной САУ.
5. Алгоритмы построения переходных процессов дискретных систем
6. Алгоритмы построения переходных процессов нелинейных систем
7. Алгоритм построения желаемой передаточной функции замкнутой системы при помощи логарифмических частотных характеристик
8. Алгоритмы построения фазовых траекторий

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-8:

9. Предмет изучения теории управления, основные этапы развития науки об управлении
10. Понятие АСР, основные виды и задачи регулирования
11. Классы систем автоматического управления
12. Принципы управления
13. Понятие о передаточной функции объекта или системы
14. Основные свойства преобразования Лапласа
15. Обратное преобразование Лапласа. Основные способы вычисления
16. Типовые сигналы. Математическое описание типовых сигналов
17. Временные характеристики линейной системы
18. Переходный процесс. Построение переходного процесса линейной системы
19. Частотные характеристики линейной системы
20. Логарифмические частотные характеристики
21. Элементарные звенья
22. Типовые характеристики элементарных звеньев
23. Передаточная функция АСР
24. Получение передаточной функции при различных соединениях элементов
25. Статические и астатические системы
26. Порядок астатизма системы. Коэффициенты ошибок
27. Устойчивость линейной АСР. Виды границ устойчивости
28. Алгебраические методы исследования устойчивости (критерий Гурвица)
29. Критерий устойчивости Михайлова
30. Следствие из критерия Михайлова для оценки устойчивости систем высоких порядков
31. Критерий устойчивости Найквиста
32. Понятие запаса устойчивости. Оценка запаса устойчивости системы различными методами
33. Понятие области устойчивости
34. Построение области устойчивости методом Д-разбиения
35. Использование показателя колебательности для определения запаса устойчивости
36. Понятие переходного и установившегося режима
37. Оценка качества переходного процесса
38. Корневые методы оценки качества АСР
39. Частотные методы оценки качества АСР
40. Временные методы оценки качества АСР
41. Оценка быстродействия системы различными методами

42. Оценка точности системы различными методами
43. Понятие коррекции. Корректирующие устройства в АСР.
44. Построение желаемой передаточной функции замкнутой системы при помощи логарифмических частотных характеристик
45. Типовые законы управления. Регуляторы
46. Синтез регулятора по желаемому виду переходного процесса
47. Понятие состояния системы. Уравнения вход-выход-состояние.
48. Уравнение вход-выход-состояние для системы динамических звеньев.
49. Получение матрицы передаточных функций для системы динамических звеньев по уравнению вход-выход-состояние.
50. Управляемость и наблюдаемость системы. Системы с минимальной реализацией.
51. Стабилизация одномерной системы.
52. Наблюдение и оценка составляющих вектора состояния системы.
53. Стабилизация системы по наблюдениям выхода.
54. Понятие о дискретных и импульсных системах. Примеры импульсных систем.
55. Дискретное преобразование Лапласа.
56. Прямое и обратное Z-преобразование.
57. Передаточные функции импульсной системы.
58. Свойства Z-преобразования.
59. Устойчивость дискретной системы. Понятие о бесконечной степени устойчивости.
60. Дискретные регуляторы. ПИД-закон регулирования в дискретной системе.
61. Построение дискретного регулятора в импульсной системе, максимально воспроизводящего заданный непрерывный закон регулирования.
62. Нелинейные системы. Типы нелинейности
63. Фазовая плоскость. Фазовый портрет
64. Автоколебания
65. Алгебраические способы определения автоколебаний и устойчивости в нелинейных системах с одной нелинейностью.
66. Абсолютная устойчивость нелинейных систем. Системы прямого управления. Системы непрямого управления.
67. Оптимальные системы. Примеры
68. Оптимальное управление линейным объектом при ограничениях на управление.
69. Оптимальное управление линейным объектом с переменными параметрами.
70. Проектирование оптимальных АСР линейным объектом
71. Оптимальное управление линейным объектом
72. Адаптивные системы. Структура. Примеры

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 40 мин.

е) типовые контрольные задания для проведения промежуточного тестирования

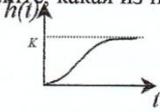
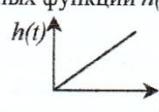
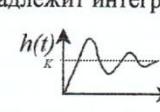
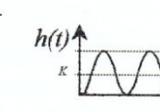
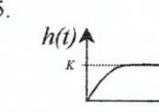
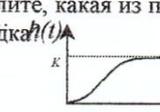
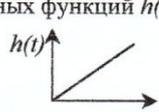
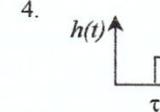
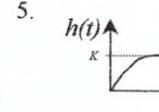
Тестирование осуществляется для проверки у студентов знаний определений основных понятий, используемых в области теории автоматического управления, а также умений правильно получать математические модели элементов и систем.

Каждый тест включает 10 вопросов, перекомпоновка вопросов в тестах выполняется перед каждым тестированием, также общий перечень вопросов регулярно обновляется и дополняется. Причем ответы на вопросы сформированы таким образом, что некоторые

из них могут иметь 2 правильных ответа.

Примеры типовых вопросов для тестирования приведены далее.

Вариант I		
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Найдите определение объекта управления.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технологический процесс или техническое устройство, желаемое поведение которого должно быть обеспечено 2. Техническое устройство, формирующее такой закон изменения управляющих воздействий, при котором достигается желаемое поведение объекта управления 3. Переменные, характеризующие функционирование объекта управления 4. Переменные, характеризующие воздействие на объект управления внешней среды 5. Изменяемые переменные, воздействующие на поведение объекта управления
2.	Найдите определение выходных величин объекта управления?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В осуществлении контроля за выходными величинами объекта управления и соответствующего цели управления изменения управляющего воздействия 2. В осуществлении контроля за возмущениями и соответствующего цели управления изменения управляющего воздействия 3. Переменные, характеризующие функционирование объекта управления 4. Переменные, характеризующие воздействие на объект управления внешней среды 5. Изменяемые переменные, воздействующие на поведение объекта управления
3.	В чем состоит суть принципа управления по отклонению?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В осуществлении контроля за выходными величинами объекта управления и соответствующего цели управления изменения управляющего воздействия 2. В осуществлении контроля за возмущениями и соответствующего цели управления изменения управляющего воздействия 3. Переменные, характеризующие функционирование объекта управления 4. Переменные, характеризующие воздействие на объект управления внешней среды 5. Изменяемые переменные, воздействующие на поведение объекта управления
4.	К какому классу систем относятся системы управления по возмущению?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дискретные 2. Замкнутые 3. Автономные 4. Разомкнутые 5. Многомерные
5.	Какая информация необходима для реализации разомкнутой системы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. О возмущающих воздействиях и математической модели объекта управления 2. Об управляющих и возмущающих воздействиях 3. О математической модели объекта управления и управляющих воздействиях 4. Об управляющих и задающих воздействиях 5. О задающих и возмущающих воздействиях
6.	На какие классы подразделяются АСУ по функциональным признакам?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Детерминированные и стохастические 2. Стабилизации и следящие 3. Линейные и нелинейные 4. Одномерные и многомерные 5. Адаптивные и неадаптивные

Вопросы		Варианты ответов
№	Вопросы	Варианты ответов
28.	<p>Определите, какая из переходных функций $h(t)$ принадлежит интегрирующему звену?</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p> <p>5. </p>	
29.	<p>Определите, какая из переходных функций $h(t)$ принадлежит аperiodическому звену первого порядка?</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p> <p>5. </p>	
30.	<p>Определите, какое из выражений соответствует переходной функции $h(t)$ аperiodического звена первого порядка?</p>	<p>1. $h(t) = K \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$</p> <p>2. $h(t) = K \cdot \delta(t)$</p> <p>3. $h(t) = Kt$</p> <p>4. $h(t) = c_1 e^{p_1 t} + c_2 e^{p_2 t} + k, \quad p_1 \text{ и } p_2 < 0$</p> <p>5. $h(t) = K(1 - \cos \omega t)$</p>
31.	<p>Определите, какое из выражений соответствует функции веса $w(t)$ интегрирующего звена?</p>	<p>1. $w(t) = c_1 p_1 e^{p_1 t} + c_2 p_2 e^{p_2 t}, \quad p_1 \text{ и } p_2 < 0$</p> <p>2. $w(t) = K$</p> <p>3. $w(t) = Kw \sin \omega t$</p> <p>4. $w(t) = \frac{K}{t} e^{-t/T}$</p> <p>5. $w(t) = K \delta(t - \tau)$</p>
32.	<p>Каким соотношением связаны между собой переходная и передаточная функции?</p>	<p>1. $L\{h(t)\} = \frac{1}{p}$</p> <p>2. $h(t) = L^{-1} \left\{ \frac{W(p)}{p} \right\}$</p> <p>3. $W(j\omega) = W(p) _{p=j\omega}$</p> <p>4. $w(t) = L^{-1}\{W(p)\}$</p> <p>5. $L\{\delta(t)\} = 1$</p>

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.