

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**  
**Автоматизация технологических процессов и производств**  
(Начало подготовки – 2016 год)

Направление подготовки  
**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность программы бакалавриата  
**«Автоматизация технологических процессов и производств»**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Заочная**

Факультет **информационных технологий и управления**  
Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург  
2016

**Б1.Б.15**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		доцент О.А. Ремизова

Рабочая программа дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» 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 направления подготовки «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 .....	6
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	7
4.2. Занятия лекционного типа .....	8
4.3. Занятия семинарского типа .....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.3.2. Лабораторные занятия. ....	12
4.4 Темы и содержание курсового проекта.....	13
4.5 Самостоятельная работа обучающихся.....	14
4.6 Темы и содержание контрольных работ .....	14
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	15
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	15
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	16
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. ....	18
10.1. Информационные технологии.....	18
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

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

Целью дисциплины является подготовка студентов к самостоятельному решению теоретических и прикладных задач автоматизации химико-технологических процессов и производств.

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-5</b>	<b>способностью участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью</b>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> основные проблемы, решаемые на различных уровнях иерархии задач управления; на уровне технологических процессов, производств, предприятий.</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> подбирать и строить иерархическую структуру управления производством</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> аналитическими методами синтеза систем управления</p>
<b>ПК-3</b>	<b>готовностью применять способности рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств</b>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные проблемы и тенденции развития систем управления на современном этапе;</li> <li>• основные структуры систем регулирования химико - технологических объектов;</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• грамотно сформулировать и обосновать выбор структурной схемы систем регулирования;</li> <li>• обосновать применение той или иной структуры системы управления получать аналитические и экспериментальные модели</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> аналитическими методами синтеза систем регулирования.</p>
<b>ПК-7</b>	<b>способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем</b>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные типы структур систем управления;</li> <li>• основные структуры систем регулирования химико-технологических объектов;</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• строить функциональные схемы систем регулирования различных структур;</li> <li>• строить структурные схемы систем регулирования различных структур;</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инженерными методами расчета одноконтурных и многоконтурных АСР с заданными характеристиками качества регулирования;</li> </ul>
<b>ПК-8</b>	<b>способностью выполнять рабо-</b>	<b>ЗНАТЬ:</b>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p><b>ты 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</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основные проблемы и тенденции развития систем управления на современном этапе;</li> <li>• основные структуры систем регулирования химико-технологических объектов;</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• строить функциональные схемы систем регулирования различных структур;</li> <li>• строить структурные схемы систем регулирования различных структур;</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инженерными методами расчета одноконтурных и многоконтурных АСР с заданными характеристиками качества регулирования;</li> <li>• методами синтеза и исследования систем регулирования различных структур в зависимости от свойств объекта.</li> </ul>
ПК-10	<p><b>способностью проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления</b></p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> современные тенденции в области разработки систем автоматизации</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> грамотно сформулировать и обосновать выбор структуры системы управления и средств автоматизации обоснованно применять алгоритмы расчета систем регулирования</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> идеологией обоснованно выбирать виды информационного, технического, программного, метрологического обеспечения</p>
ПК-18	<p><b>способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством</b></p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные проблемы, решаемые на различных уровнях иерархии задач управления; на уровне технологических процессов, производств, предприятий;</li> <li>• основные проблемы и тенденции развития систем управления на современном этапе;</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b> грамотно сформулировать и обосновать выбор системы управления</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• аналитическими методами синтеза систем регулирования;</li> <li>• методами синтеза и исследования систем регулирования различных структур в зависимости от свойств объекта.</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Для направления подготовки **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств** дисциплина относится к дисциплинам базовой части (Б1.Б 15) и изучается на 3 и 4 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретические основы технологических процессов», «Теория автоматического управления», «Процессы и аппараты». Дисциплина завершает подготовку бакалавров по синтезу система автоматизации.

Теоретическая часть дисциплины излагается в лекционном курсе. Полученные знания закрепляются в ходе проведения лабораторных работ. На практических занятиях рассматриваются вопросы аналитического анализа объекта управления и системы управления в целом с использованием аналоговых регуляторов. Самостоятельная работа предусматривает работу с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины, тестирование по разделам, экспериментальные методы определения свойств объектов, синтез и исследование одноконтурных и многоконтурных автоматических систем регулирования.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	7/252
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>24</b>
занятия лекционного типа	12
занятия семинарского типа, в т.ч.	12
семинары, практические занятия	6
лабораторные работы	6
курсовое проектирование (КР или КП)	КП
КСР	13
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>215</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>КП, контрольная работа(3)</b>
<b>Форма промежуточной аттестации -</b>	<b>экзамен, зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение. Системы управления предприятиями и производствами	2			35	ОПК-5, ПК-3
2.	Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП)	2	1	1	35	ОПК-5, ПК-3 ПК-7 ПК-8 ПК-10 ПК-18
3.	Локальные системы управления технологическими процессами (ЛСУТП)	2	1	1	35	ОПК-5, ПК-3, ПК-7 ПК-8
4.	Основы построения и расчета промышленных систем регулирования	3	2	2	35	ПК-3 ПК-8
5.	Одноконтурные системы регулирования статических и астатических объектов	3	2	2	37	ПК-7 ПК-8
	<b>Итого по курсу</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>177</b>	

В соответствии с графиком учебных занятий аудиторные занятия с бакалаврами заочной формы обучения проводятся непосредственно перед сессией. Лекции носят обзорный характер. В связи с этим, чтению лекций предшествует самостоятельное изучение магистрантами теоретического материала по рекомендуемой литературе.

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<p><b>Введение. Системы управления предприятиями и производствами</b></p> <p>Цели и задачи учебной дисциплины. Понятие об автоматизированных и автоматических системах управления. Сведения из истории развития систем автоматизации и управления.</p> <p>Иерархический принцип и тенденции развития систем управления промышленными предприятиями</p> <p>Управление предприятием по 2-х и 3-х уровневой иерархии: структурные схемы; задачи и технические решения на отдельных уровнях иерархии.</p> <p>Интегрированные АСУ крупными промышленными предприятиями. Структура, основные направления интеграции: функциональная, математическая, программная, информационная, организационная, техническая.</p> <p>Автоматизированные системы управления предприятием и производством (АСУП).</p> <p>Промышленное предприятие как объект управления. Цели управления. Типовая функциональная структура АСУП (предприятия). Основные виды обеспечения типовой АСУП: организационное, информационное, математическое, программное, техническое.</p> <p>Производство как объект управления. Цели управления. Типовая функциональная структура АСУП (производством). Основные виды обеспечения АСУ производством.</p>	2	-
2.	<p><b>Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП)</b></p> <p>Определение. Основная терминология. Классификация АСУТП: по объему управляющих функций; по уровню производственной иерархии, по характеру управляемого процесса, по условной информационной мощности.</p> <p>Состав и основные принципы построения АСУТП. Системный подход. Цели управления. Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП.</p> <p>Основные виды обеспечения АСУТП. Техническое обеспечение: типовой состав КТС; основные типы технических структур АСУТП. Централизованные АСУТП. Распределенные структуры АСУТП. Математическое обеспечение АСУТП. Алгоритмическое и программное обеспечение АСУТП: общее программное обеспечение; специальное программное обеспечение. Информационное обеспечение. Организационное обеспечение АСУТП. Разработка функционально-алгоритмической структуры АСУТП. Основные тенденции и проблемы развития АСУ ТП в отечественной химической промышленности.</p>	2	-
3.	<p><b>Локальные системы управления технологическими процессами</b></p> <p>Состав и структура локальных систем. Показатели эффективности. Цели управления. Основные функции и типовая функциональная структура локальной системы автоматизации. Техническое обеспечение локальных систем: типовой состав комплекса технических средств, типы технических</p>	2	

	<p>структур локальных систем автоматизации.</p> <p>Организационное обеспечение. Оперативный персонал. Основные принципы и этапы разработки локальных систем автоматизации. Основные этапы разработки локальной системы автоматизации: анализ технологического процесса как объекта управления; разработка функциональной структуры локальной системы автоматизации в целом и функциональных структур отдельных подсистем; проектирование локальной системы автоматизации.</p> <p>Основные принципы разработки функциональных структур локальной системы автоматизации: общей функциональной структуры системы; функциональных структур подсистем контроля, регулирования, сигнализации и защиты.</p>		
4.	<p><b>Основы построения и расчета промышленных систем регулирования</b></p> <p><i>Общие сведения об автоматических системах регулирования и элементах АСР</i></p> <p>Определение. Классификация. Устойчивость. Качественные характеристики АСР. Влияние свойств элементов на качественные характеристики АСР. Общие подходы к исследованию элементов АСР. Статические характеристики элементов АСР. Динамические характеристики элементов АСР. Типовые звенья АСР.</p> <p><i>Методы определения свойств и характеристик объектов</i></p> <p>Свойства объектов. Классификация методов определения свойств и характеристик объектов.</p> <p>Аналитические методы определения характеристик объектов. Общая характеристика методов. Основные этапы определения характеристик объектов аналитическими методами. Методики вывода передаточных функций объекта: метод безразмерных переменных; метод размерных переменных.</p> <p>Определение динамических характеристик объектов для астатических и статических объектов без запаздывания. Определение динамических характеристик объектов для астатических и статических объектов с запаздыванием.</p> <p>Экспериментальные методы определения свойств объектов. Общая характеристика методов. Основные методы параметрической идентификации объектов. Идентификация объектов по переходной характеристике: графические методы, интерполяционные методы; методы, на основе интегрирования экспериментальных данных.</p> <p>Идентификация объектов по импульсной характеристике: графические методы; методы перестроения импульсной характеристики в переходную.</p> <p><i>Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования</i></p> <p>Классификация. Пз-регуляторы. П-регуляторы. И-регуляторы, ПИ-регуляторы, ПД-регуляторы, ПИД-регуляторы. Уравнения динамики. Переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики (АФК, АИК, ФУК). Параметры настройки и их влияние на характеристики регуляторов, как элементов АСР.</p>	3	презентация
5.	<p><b>Одноконтурные системы регулирования статических и астатических объектов</b></p> <p><i>Синтез одноконтурных АСР по прямым показателям качества:</i> постановка задачи; основные качественные характеристики по переходным процессам; методы синтеза АСР по прямым показателям качества.</p> <p><i>Синтез одноконтурных АСР по косвенным показателям ка-</i></p>	3	

	<p>чества: постановка задачи; косвенные показатели качества АСР, используемые при синтезе промышленных АСР, методы синтеза по косвенным показателям качества.</p> <p><i>Основные методы расчета оптимальных настроечных параметров (ОНПР) промышленных регуляторов для одноконтурных АСР: определение ОНПР по номограммам; определение ОНПР по приближенным формулам ВТИ; определение ОНПР по методу расширенных частотных характеристик (РЧХ); определение ОНПР по методу Циглера-Никольса.</i></p> <p><i>Аналитический метод синтеза одноконтурных АСР по прямым показателям качества.</i></p> <p>Структурная схема и передаточная функция одноконтурной АСР для различных точек приложения входных воздействий.</p> <p>Методика синтеза АСР по <math>h(t)</math>, получаемым на базе передаточных функций. Основные виды характеристических уравнений и выражений для переходных характеристик для АСР первого и второго порядка.</p> <p><i>Типовые АСР со стандартными законами регулирования.</i></p> <p>Регулирование астатического и статического объекта П-регулятором, И-регулятором, ПИ-регулятором.</p>		
--	--	--	--

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисципли-	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<p><b>Идентификация объектов управления.</b></p> <p>Практическое занятие посвящено изучению аналитических методов идентификации объектов управления. Студенты выполняют вывод передаточной функции объекта по заданному каналу управления для заданного технологического процесса методом безразмерных переменных при заданном математическом описании объекта.</p>	1	-
2.	<p><b>Одноконтурные АСР</b></p> <p>Практическое занятие посвящено проблеме анализа одноконтурных систем регулирования на базе исследования передаточной функции системы. Студенты выполняют вывод передаточной функции системы при заданной точке приложения входного воздействия, заданной структуре регулятора, объекта по каналам управления и возмущения.</p> <p>На основе полученного выражения передаточной функции системы студенты выполняют анализ системы на ее физическую реализуемость; определяют статический уровень сигнала и статическую ошибку регулирования.</p>	1	контрольная работа
3.	<p><b>Системы регулирования объектов с существенными контролируемыми возмущениями.</b> Комбинированные системы регулирования</p> <p>Занятие посвящено анализу комбинированных систем регулирования различных структур. Студенты выполняют вывод передаточной функции динамического компенсатора для заданной структуры комбинированной системы регулирования при заданных структурах регулятора и объекта по каналам управления</p>	2	контрольная работа

№ раздела дисци-	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инноваци- онная форма
	и возмущения. Полученное выражение передаточной функции компенсатора анализируют на предмет его физической реализуемости по степеням «р», по времени запаздывания и на предмет возможного статического уровня сигнала компенсатора.		
4.	<b>Системы регулирования инерционных объектов и объектов с распределенными параметрами. Каскадные АСР.</b> Занятие посвящено изучению метода расчета каскадных АСР на основе приведения каскадной АСР к эквивалентным одноконтурным системам с эквивалентными объектами для основного и вспомогательного регулятора. Студенты выполняют вывод передаточной функции эквивалентного объекта для основного или вспомогательного регулятора при заданных структурах регуляторов и объекта по основному и вспомогательному каналам регулирования. Полученное выражение передаточной функции эквивалентного объекта студенты анализируют на предмет его физической реализуемости, определяют возможный статический уровень сигнала.	2	контроль- ная работа
5.	<b>Системы регулирования объектов с запаздыванием на базе регуляторов Смита.</b> Практическое занятие посвящено исследованию систем регулирования объектов с существенными запаздываниями на примере систем с регулятором Смита. Студенты выполняют вывод передаточных функций регулятора Смита и АСР с регулятором Смита различных структур при варьировании точек приложения входного воздействия, типовых законов регулирования и структур объекта управления. Полученные выражения передаточных функций студенты анализируют на предмет физической реализуемости системы, определения статического уровня сигнала и статической ошибки для системы.	2	-
<b>Итого</b>		6	

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<p><b>Синтез и исследование одноконтурных АСР с заданными характеристиками качества</b>            Студенты выполняют синтез и исследование одноконтурных АСР в пакете «Синтез».</p> <p>Выполняется расчет настроек регулятора для одноконтурной АСР при заданных параметрах объекта тремя методами: Циглера-Никольса, ВТИ и РЧХ; построение АФХ, АЧХ и ФЧХ системы; построение переходной характеристики системы частотным методом; выбор наилучшего метода расчета настроек регулятора.</p> <p>Выбор наилучших настроек осуществляется на базе анализа характеристик качества переходного процесса: максимального динамического отклонения, времени регулирования, интегральной квадратичной оценки.</p> <p>Исследование системы с наилучшими настройками при различных точках приложения входного воздействия; при использовании различных законов регулирования.</p> <p>Исследование одноконтурных АСР при различных комбинациях входных воздействий и при варьировании параметров объекта по каналам управления и возмущений.</p>	2	защита лабораторной работы
2.	<p><b>Синтез и исследование системы регулирования объекта с запаздыванием на базе регулятора Смита</b>            Расчет стандартного регулятора выполняется на базе пакета «Синтез» тремя методами.</p> <p>Осуществляется выбор лучших настроек на базе анализа характеристик качества переходного процесса: максимального динамического отклонения, времени регулирования, интегральной квадратичной оценки. Анализ системы выполняется при варьировании настроек регулятора, параметров объекта, параметров модели объекта.</p>	1	защита лабораторной работы
3.	<p><b>Синтез и исследование системы регулирования объекта с запаздыванием на базе регулятора Ресвика</b>            Анализ системы выполняется при варьировании параметра настройки регулятора «beta» и параметров объекта.</p>	1	защита лабораторной работы
4.	<p><b>Синтез и исследование комбинированных АСР</b>            Выполняется синтез и исследование комбинированных систем регулирования двух структур «с подключением динамических компенсаторов на вход объекта и на вход регулятора».</p> <p>Расчет стандартного регулятора выполняется на базе пакета «Синтез» тремя методами.</p> <p>При исследовании одноконтурной системы осуществляется выбор лучших настроек по характеристикам качества переходного процесса.</p> <p>При исследовании комбинированных АСР выполняется исследование работы динамических компенсаторов по компенсируемому возмущению.</p> <p>Студенты получают также переходные характеристики в комбинированных АСР при различных комбинациях входных воздействий с целью выбора возможных комбинаций, при которых в системе обеспечивается переходный процесс, удовлетворяющий заданным требованиям качества.</p>	2	защита лабораторной работы
5.	<p><b>Синтез и исследование каскадных АСР</b></p>	2	защита ла-

№ раздела дисци- плины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инноваци- онная форма
	<p>Выполняется синтез каскадных АСР различными методами и исследование с целью выявления параметров объекта для наиболее целесообразного применения каскадной АСР.</p> <p>При синтезе и исследовании каскадных АСР по методу расчета настроек регуляторов сопоставляются характеристики качества регулирования в системах с использованием лучших независимых настроек в проекте «Синтез»; настроек, полученных по методу номограмм; настроек, рассчитанных по методу приведения системы к эквивалентной одноконтурной АСР с использованием итерационных алгоритмов расчета с основного и со вспомогательного регуляторов в проекте «Синтез».</p> <p>Исследованию влияния параметров объекта по основному и вспомогательному каналам управления на характеристики качества переходных процессов в каскадной АСР выполнялись при варьировании соотношений запаздывания к постоянному времени по основному каналу управления; при варьировании соотношения запаздываний, постоянных времени и коэффициентов усиления по вспомогательному и основному каналам управления</p>		бораторной работы
<b>Итого</b>		6	

#### 4.4 Темы и содержание курсового проекта

Курсовой проект предназначен для закрепления знаний, полученных при изучении учебной дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств»

Примерные темы курсовых проектов

1. Автоматизация тепловых процессов конкретных производств
2. Автоматизация процессов ректификации конкретных производств
3. Автоматизация реакторных процессов конкретных производств
4. Автоматизация процессов выпаривания конкретных производств
5. Автоматизация процессов сушки конкретных производств
6. Автоматизация процессов абсорбции процессов конкретных производств
7. Автоматизация потенциально опасных процессов конкретных производств

Курсовой проект содержит пояснительную записку с результатами исследования для разработки функциональной схемы автоматизации и графическую часть с чертежом упрощенной функциональной схемы автоматизации, предлагаемой автором проекта на основании выполненных исследований технологического процесса и систем регулирования.

Задание на курсовое проектирование включает в себя:

- 1) перечень основных разделов пояснительной записки;
- 2) требования к графической части проекта;
- 3) требования к качеству регулирования разрабатываемых в проекте систем регулирования;
- 4) конкретное задание по технологическому процессу;
- 5) основные конструктивно-технологические параметры процесса;
- 6) описание технологической схемы производства;
- 7) математическое описание типовой технологической схемы:
  - для вывода передаточных функций;
  - для расчета параметров передаточных функций;
- 8) типовое решение автоматизации данного типа процессов;

- 9) алгоритмы вывода передаточных функций;
- 10) программный продукт и алгоритм работы в пакете «СИНТЕЗ» для расчета настроек регуляторов;

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа включает в себя более углубленную проработку лекционного материала с использованием учебников и учебных пособий и подготовку к практическим и лабораторным занятиям. Для самостоятельной работы предлагается следующий набор тем.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.	Системы управления предприятиями, производствами, технологическими процессами.	25	Устный опрос №1
2.	Экспериментальные методы определения свойств объектов.	25	Устный опрос №2
3.	Синтез и исследование одноконтурных АСР.	25	Контрольная работа № 1
4.	Синтез и исследование сложной системы регулирования	25	Контрольная работа № 2
5.	Синтез и исследование комбинированных АСР.	25	Устный опрос №3
6.	Синтез и исследование каскадных АСР.	25	Устный опрос №4
7.	Синтез и исследование системы регулирования объекта с запаздыванием на базе специальных регуляторов.	25	Устный опрос №5
8.	Выполнение курсового проекта.	40	защита КП
<b>Итого</b>		215	8

#### 4.6 Темы и содержание контрольных работ

Предполагается написание бакалаврами письменной контрольной работы. Контрольные работы выполняются после освоения материала, изложенного в лекционном курсе и выполнения лабораторных работ.

**Контрольная работа №1.** В качестве исходных данных используется математическое описание технологического процесса в соответствии с вариантом задания.

Результатом контрольной работы являются:

- получение передаточной функции;
- определение основных свойств объекта (постоянную времени, коэффициент передачи, время запаздывания);
- составление информационной схемы объекта.

**Контрольная работа № 2.** На основании полученных данных в контрольной работе № 1 и заданной структуры системы регулирования необходимо выполнить:

- вывод передаточной функции АСР в зависимости от входного воздействия
- определить настройки регуляторов по методу ВТИ

**Контрольная работа № 2.** Используя данные полученные в контрольной работе № 1 и 2 сделать:

- расчет передаточной функции АСР с параметрами объекта, полученные в задании 1 и параметрами регулятора, полученные в задании 2.
- анализ возможных типов переходных процессов и влияние параметров АСР на вид переходного процесса.

## **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 контроля 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 экзамена, зачета, курсового проекта и контрольных работ.

К сдаче экзамена и зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен и зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена и зачета, студент получает два вопроса и задачу из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

### **Пример варианта вопросов в билете на экзамене:**

1. Иерархический принцип управления химическими предприятиями по 3-х и 2-х иерархии. Структуры систем управления.
2. Экспериментальные методы идентификации объектов. Идентификация объектов по импульсной характеристике. Методы перестроения импульсной характеристики в переходную.
3. Составить схему стабилизации температуры как показателя эффективности процесса кристаллизации.

Представить функциональную и структурную схемы АСР.

Выполнить вывод  $W_{об}(p)$  методом размерных переменных при заданном уравнении теплового баланса процесса :

$$\rho_{mp} * V_{mp} * C_{pmp} * d\theta/dt = G_p * C_{pp} * \theta_p - G_x * C_{px} * (\theta_x(vых) - \theta_x(вх)) - G_{mp} * C_{pmp} * \theta + G_{kp} * q_{kp}$$

Составить информационную схему объекта. Скорректировать структурную схему объекта в структурной схеме АСР.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

### **а) основная литература:**

1. Беспалов, А.В. Системы управления химико-технологическими процессами. Гриф МО РФ./ А.В. Беспалов, Н.И. Харитонов.- М.: Академкнига, 2007.- 690 с. (28экз.)
2. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. / В.Г. Харазов. – СПб.: Профессия, 2009. - 592 с.(99экз.)
3. Аксенов, В.Р. Автоматизированные системы управления технологическим процессом атомных электростанций: Учебное пособие для вузов по спец. "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)", направ. подготовки дипломир. спец. "Автоматизированные технологии и производства" / В.Р. Аксенов, С.В. Батраков, В. А. Василенко; ред. В. А. Василенко.- СПб: Изд-во Политехн. ун-та 2007. - 309 с.(35)
4. Ремизова, О.А. Системы управления химико-технологическими процессами: Учебное пособие для заочной формы обучения / О. А. Ремизова, И. В. Рудакова.- СПб: Изд-во СПбГТИ(ТУ) 2008. - 175 с.(101)
5. Пешехонов, А.А. Обработка и представление экспериментальных данных. Учебное пособие / А.А. Пешехонов, В.В. Куркина, К.А. Жаринов – СПб: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 48 с.(49)

### **б) дополнительная литература:**

1. Основные процессы нефтепереработки: справочник / ред. Р. А. Мейерс, пер. с англ. 3-го изд. под ред. О. Ф. Глаголевой, О. П. Лыкова. - СПб.: Профессия, 2011. - 940 с.(3экз.)
2. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: В 2 т.: учебник для вузов по спец. "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"/А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ 2008. – 2т.(2экз.)
3. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: Учебник для вузов по спец. "Автоматизация технологических процессов и производств" направление подготовки дипломированных специалистов "Автоматизированные технологии и производства" / М. Ю. Рачкову М: МГИУ, 2009. - 185 с.(2экз.)
4. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: В 2 т. - (Технология автоматизированного машиностроения). Том 2 : Учебное пособие для вузов по направ. подготовки бакалавров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и спец. "Технология машиностроения"; "Металлообрабатывающие станки и комплексы"; "Инструментальные системы машиностроительных производств" (направ. подготовки дипломир. спец. - "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"); Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении); Автоматизированные технологии и производства) /А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2006. - 539 с.(10экз.)

### **в) вспомогательная литература:**

1. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов.- М: Академия,2011.- 352 с.
2. Третьяков, В. А. Автоматизированные системы управления производством: Учебное пособие для машиностроительных техникумов / В. А. Третьяков, Л. А. Игнатова.- М.: Машиностроение, 1991. - 95 с.(12экз.)
3. Дудников, Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности /Е.Г.Дудников. - М.: Химия, 1987.- 368 с.
4. Автоматизация технологических процессов легкой промышленности: Учеб пособие для вузов по спец. «Автоматизация технологических процессов и производств» / Под ред. Л.Н. Плужникова. - М.: Легпромбытиздат, 1984.- 366с.
5. Пешехонов, А.А. Инвариантные АСР для процессов помола с рециклом. Учебное пособие / А.А. Пешехонов, В.В. Куркина.- СПб: Изд. СПбГТИ, 2002 г.-49с.
6. Куркина, В.В. Синтез автоматических систем регулирования с использованием ПЭВМ. Метод. указания / Куркина В.В, Пешехонов А.А., Рыченкова А.Ю, Изд СПбГТИ.-СПб, 2002 г.-39с
7. Смирнов, Н.Н. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов./ Н.Н. Смирнов, М.И. Курочкина, А.И. Волжинский, В.А. Плессовских. - СПб.: Химия, 1996.-400с.
8. Кафаров, В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств. Учеб. пособие для вузов. / В.В. Кафаров, М.Б. Глебов. - М.:Высш.шк., 1991.-399с.
9. Математическое моделирование химико-технологических систем: Учеб. пособие в 3ч./ под ред Л.С. Гордеева. - М.:РХТУ, 1999- 3 ч.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

сайт «НПО Техноконт» <http://www.technocont.ru>;

сайты фирм разработчиков АСУТП: [www.adastra.ru](http://www.adastra.ru); [www.foit.ru](http://www.foit.ru);  
[www.metso.ru](http://www.metso.ru); [www.siemens.ru](http://www.siemens.ru);

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 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.

СТО СПбГТИ 044-2012. КС УКВД. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

СТП СПбГТИ 016-99-2015. 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.

Рабочей программой дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 215 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

- подготовку к практическим и лабораторным занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к экзамену.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из рекомендованных литературных источников.

По дисциплине предусмотрены следующие виды текущего контроля:

защита лабораторных работ (по результатам выполнения работы, обработки полученных данных и составления отчета);

контрольные опросы по темам, предложенным для самостоятельного изучения (в дни занятий по указанию преподавателя).

По окончании изучения дисциплины проводится устное экзаменационное занятие, к сдаче которого допускаются студенты, успешно выполнившие все формы текущего кон-

троля.

При подготовке к экзамену рекомендуется сначала несколько раз прочитать весь конспект лекций, дополненный сведениями из литературы.

## **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:

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Программный продукт и алгоритм работы в пакете «СИНТЕЗ»

Программный комплекс “Моделирование в технических устройствах” (“МВТУ”)

Microsoft Office (Microsoft Excel)

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

Microsoft Office (Microsoft Excel)

Программный комплекс “Моделирование в технических устройствах” (“МВТУ”)

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 «Автоматизация технологических процессов и производств»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>1</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>2</sup></b>
<b>ОПК-4</b>	<b>способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения</b>	промежуточный
<b>ПК-3</b>	<b>готовностью применять</b> способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, <b>современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств</b>	промежуточный
<b>ПК-7</b>	<b>способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем</b>	промежуточный
<b>ПК-8</b>	<b>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</b>	промежуточный
<b>ПК-10</b>	<b>способностью проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления</b>	промежуточный
<b>ПК-18</b>	<b>способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством</b>	промежуточный

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

<sup>2</sup> 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.)

## П1.2 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	<b>Знание</b> основных проблем, решаемых на различных уровнях иерархии задач управления; на уровне технологических процессов, производств, предприятий	Правильные ответы на вопросы №1-21 к экзамену	ОПК-5, ПК-3
Освоение раздела №2	<b>Знание</b> типовых архитектур АСУТП, принципов построения и области применения этих структур <b>Владение</b> идеологией обоснованно выбирать тип структуры АСУТП и подбор его обеспечения <b>Умение</b> грамотно сформулировать и обосновать выбор структуры АСУТП	Правильные ответы на вопросы №1-75 к экзамену	ОПК-5, ПК-3 ПК-7 ПК-8 ПК-10 ПК-18
Освоение раздела № 3	<b>Знание</b> типовых архитектур ЛСУТП, принципов построения и области применения этих структур <b>Владение</b> идеологией обоснованно выбирать тип структуры ЛСУТП и подбор его обеспечения <b>Умение</b> грамотно сформулировать и обосновать выбор структуры ЛСУТП	Правильные ответы на вопросы №1-61 к экзамену	ОПК-5, ПК-3, ПК-7 ПК-8
Освоение раздела № 4	<b>Знание</b> особенностей разработки и расчета промышленных систем регулирования химико-технологических объектов <b>Умение</b> грамотно сформулировать и обосновать выбор алгоритма расчета промышленной системы регулирования. <b>Владение</b> принципами построения и расчета автоматической системы регулирования	Правильные ответы на вопросы № 7-21, № 42-61 к экзамену	ПК-3 ПК-8
Освоение раздела №5	<b>Знание</b> основных проблемы и тенденции развития систем управления на современном этапе и методик расчета одноконтурных систем регулирования <b>Умение</b> выполнять различные расчеты систем регулирования со статическими и астатическими объектами <b>Владение</b> инженерными методами расчета одноконтурных с заданными характеристиками качества регулирования; методами синтеза и исследования систем регулирования различных структур в зависимости от свойств объекта	Правильные ответы на вопросы № 22-61 к экзамену	ПК-7 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, закреплённые 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 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 серьёзные пробелы в знаниях учебного материала в соответствии с требованиями рабочей программы дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предложенного задания промежуточной аттестации.

### **П1.3 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания**

Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-5**

- 1) Иерархический принцип управления химическими предприятиями по 3-х и 2-х иерархии. Структуры систем управления.
- 2) Интегрированные автоматизированные системы управления предприятиями. Структура и основные принципы интеграции.
- 3) Состав и основные принципы построения АСУ ТП. Цели управления. Типовая функциональная структура. Техническое обеспечение АСУ ТП.
- 4) Состав и основные принципы построения АСУ ТП. Цели управления. Математическое, программное, метрологическое обеспечение АСУ ТП.
- 5) Локальные системы автоматизации технологических процессов. Состав, основные принципы построения, цели управления. Типовая функциональная структура.
- 6) Локальные системы автоматизации технологических процессов. Функции и структуры основных подсистем

#### **Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3:**

- 7) Экспериментальные методы идентификации объектов. Идентификация объектов по переходной характеристике: графические методы; интерполяционные методы.
- 8) Экспериментальные методы идентификации объектов. Идентификация объектов по импульсной характеристике. Методы перестроения импульсной характеристики в переходную.
- 9) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. И- регуляторы. П- регуляторы. (Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).

- 10) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПИ- регуляторы.(Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 11) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПД- регуляторы.(Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 12) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПИД - регуляторы. (Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 13) Аналитические методы синтеза АСР по прямым показателям качества. Методика синтеза АСР получением  $h(t)$  на основе передаточных функций.
- 14) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и И-регуляторов.
- 15) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и И-регуляторов.
- 16) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и П-регуляторов.
- 17) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и П-регуляторов.
- 18) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и ПИ-регуляторов.
- 19) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и ПИ-регуляторов.
- 20) Синтез АСР на основе косвенных показателей качества. Корневые методы. Интегральные методы. Частотные методы.
- 21) Основные методы расчета промышленных одноконтурных АСР. Методы ВТИ, Циглера-Никольса, РЧХ.

**Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-7:**

- 22) Промышленные автоматические системы регулирования. Классификация. Функциональная схема АСР. Влияние свойств элементов АСР на характеристики качества регулирования. Общие подходы к исследованию элементов АСР.
- 23) Динамические характеристики типовых звеньев АСР: усилительное, апериодическое, интегрирующее, дифференцирующее, звено чистого запаздывания.
- 24) Аналитические методы определения характеристик объектов. Методики вывода передаточных функций объекта: метод безразмерных переменных; метод размерных переменных.
- 25) Определение динамических характеристик для астатических и статических объектов без запаздывания на основе аналитических методик.
- 26) Определение динамических характеристик для астатических и статических объектов с запаздыванием на основе аналитических методик.
- 27) Экспериментальные методы идентификации объектов. Идентификация объектов по переходной характеристике: графические методы; интерполяционные методы.
- 28) Экспериментальные методы идентификации объектов. Идентификация объектов по импульсной характеристике. Методы перестроения импульсной характеристики в переходную.
- 29) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. И- регуляторы. П- регуляторы.(Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 30) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПИ- регуляторы.(Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).

- 31) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПД- регуляторы.(Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 32) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПИД - регуляторы. (Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 33) Аналитические методы синтеза АСР по прямым показателям качества. Методика синтеза АСР получением  $h(t)$  на основе передаточных функций.
- 34) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и И-регуляторов.
- 35) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и И-регуляторов.
- 36) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и П-регуляторов.
- 37) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и П-регуляторов.
- 38) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и ПИ-регуляторов.
- 39) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и ПИ-регуляторов.
- 40) Синтез АСР на основе косвенных показателей качества. Корневые методы. Интегральные методы. Частотные методы.
- 41) Основные методы расчета промышленных одноконтурных АСР. Методы ВТИ, Циглера-Никольса, РЧХ.

**Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-8:**

- 42) Промышленные автоматические системы регулирования. Классификация. Функциональная схема АСР. Влияние свойств элементов АСР на характеристики качества регулирования. Общие подходы к исследованию элементов АСР.
- 43) Динамические характеристики типовых звеньев АСР: усилительное, апериодическое, интегрирующее, дифференцирующее, звено чистого запаздывания.
- 44) Аналитические методы определения характеристик объектов. Методики вывода передаточных функций объекта: метод безразмерных переменных; метод размерных переменных.
- 45) Определение динамических характеристик для астатических и статических объектов без запаздывания на основе аналитических методик.
- 46) Определение динамических характеристик для астатических и статических объектов с запаздыванием на основе аналитических методик.
- 47) Экспериментальные методы идентификации объектов. Идентификация объектов по переходной характеристике: графические методы; интерполяционные методы.
- 48) Экспериментальные методы идентификации объектов. Идентификация объектов по импульсной характеристике. Методы перестроения импульсной характеристики в переходную.
- 49) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. И- регуляторы. П- регуляторы.(Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 50) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПИ- регуляторы.(Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 51) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПД- регуляторы.(Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).

- 52) Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. ПИД - регуляторы. (Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики).
- 53) Аналитические методы синтеза АСР по прямым показателям качества. Методика синтеза АСР получением  $h(t)$  на основе передаточных функций.
- 54) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и И-регуляторов.
- 55) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и И-регуляторов.
- 56) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и П-регуляторов.
- 57) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и П-регуляторов.
- 58) Синтез и исследование систем регулирования на базе астатических объектов 1-го порядка и ПИ-регуляторов.
- 59) Синтез и исследование систем регулирования на базе статических объектов 1-го порядка и ПИ-регуляторов.
- 60) Синтез АСР на основе косвенных показателей качества. Корневые методы. Интегральные методы. Частотные методы.
- 61) Основные методы расчета промышленных одноконтурных АСР. Методы ВТИ, Циглера-Никольса, РЧХ.

**Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-10:**

- 62) Регулирование объектов с запаздыванием. Особенности применения одноконтурных АСР на объектах с запаздыванием.
- 63) Специальные структуры регуляторов для регулирования объектов с запаздыванием. Синтез и анализ АСР с регулятором Смита.
- 64) Специальные структуры регуляторов для регулирования объектов с запаздыванием. Синтез и анализ АСР с регулятором Ресвика.
- 65) Комбинированные АСР с динамическим компенсатором, подключенным на вход объекта. Основные принципы расчета: условие инвариантности; условия физической реализуемости.
- 66) Комбинированные АСР с динамическим компенсатором, подключенным на вход регулятора. Основные принципы расчета: условие инвариантности; условия физической реализуемости.
- 67) Каскадные АСР. Основные структуры. Основные принципы расчета. Итерационный алгоритм расчета каскадных АСР с основного регулятора.
- 68) Каскадные АСР. Основные структуры. Основные принципы расчета. Итерационный алгоритм расчета каскадных АСР со вспомогательного регулятора.
- 69) Многосвязные объекты регулирования. Понятие. Примеры технологических процессов, как многосвязных объектов регулирования. Основные подходы к построению систем регулирования многосвязных объектов.

**Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-18:**

- 70) Регулирование объектов с запаздыванием. Особенности применения одноконтурных АСР на объектах с запаздыванием.
- 71) Специальные структуры регуляторов для регулирования объектов с запаздыванием. Синтез и анализ АСР с регулятором Смита.
- 72) Специальные структуры регуляторов для регулирования объектов с запаздыванием. Синтез и анализ АСР с регулятором Ресвика.
- 73) Комбинированные АСР с динамическим компенсатором, подключенным на вход объекта. Основные принципы расчета: условие инвариантности; условия физической реализуемости.

- 74) Комбинированные АСР с динамическим компенсатором, подключенным на вход регулятора. Основные принципы расчета: условие инвариантности; условия физической реализуемости.
- 75) Каскадные АСР. Основные структуры. Основные принципы расчета. Итерационный алгоритм расчета каскадных АСР с основного регулятора.
- 76) Каскадные АСР. Основные структуры. Основные принципы расчета. Итерационный алгоритм расчета каскадных АСР со вспомогательного регулятора.
- 77) Многосвязные объекты регулирования. Понятие. Примеры технологических процессов, как многосвязных объектов регулирования. Основные подходы к построению систем регулирования многосвязных объектов.

К экзамену и зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче экзамена и зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и задачу, сопровождающую один из вопросов.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **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 СПбГТИ(ТУ):

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