

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.10.2023 10:18:51
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
« 21 » мая 2019 г.

Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки

09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

Направленность программы бакалавриата

**Автоматизированные системы обработки информации и управления
(АСОИУ)**

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **информационных технологий и управления**
Кафедра **систем автоматизированного проектирования и управления**

Санкт-Петербург
2019

Б1.В.03

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Старший преподаватель		Л.Ф. Макарова

Рабочая программа дисциплины “Методы и технологии проектирования систем управления” обсуждена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования и управления, протокол от « 18 » апреля 2019 г. № 9.

Заведующий кафедрой

Т.Б. Чистякова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления, протокол от «15» мая 2019 г. № 9.

Председатель

В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Информатика и вычислительная техника»		профессор Т.Б. Чистякова
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 (модуля) 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.....	9
4.3.1	Лабораторные занятия.....	9
4.4	Самостоятельная работа.....	10
4.4.1	Темы контрольных работ.....	10
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	12
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7	Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	13
8	Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	14
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	16
10.1	Информационные технологии.....	16
10.2	Программное обеспечение.....	16
10.3	Базы данных и информационные справочные системы.....	17
11	Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	17
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:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1</p> <p>Способность выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы.</p>	<p>ПК-1.17</p> <p>Готовность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач в области синтеза и анализа систем управления.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории управления; основные законы, принципы и методы управления (ЗН-1); - особенности непрерывных и цифровых систем управления, их синтеза и анализа (ЗН-2); - направления использования микропроцессоров и микро-ЭВМ в системах управления (ЗН-3); - современные программные пакеты для моделирования и анализа систем управления (ЗН-4). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать программные пакеты для моделирования и анализа систем управления и их элементов в соответствии с поставленными задачами (У-1). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приемами моделирования систем управления и их элементов (Н-1).

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p>ПК-1.18</p> <p>Готовность разрабатывать модели компонентов систем управления, включая модели типовых элементов и модели интерфейсов "человек – компьютер".</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы и методы построения моделей динамических систем управления (ЗН-5); - временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев и систем (ЗН-6); - свойства объектов управления (ЗН-7); - типовые алгоритмы управления (ЗН-8); - прямые и косвенные оценки качества систем управления (ЗН-9). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять основные методы получения и преобразования моделей динамических систем (У-2); - определять оценки качества систем управления (У-3). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками математического описания систем управления и их элементов (Н-2); - навыками построения и анализа временных и частотных характеристик типовых звеньев и систем управления (Н-3).
	<p>ПК-1.19</p> <p>Готовность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - постановку задачи структурного и параметрического синтеза системы управления (ЗН-10); - условия разрешимости задачи синтеза (ЗН-11); - критерии устойчивости систем управления (ЗН-12); - методы синтеза (проектирования) систем управления (ЗН-13). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять критерии устойчивости, анализировать условия разрешимости задачи синтеза; вычислять функцию чувствительности и оценки качества (У-4); - решать задачи структурного и параметрического синтеза и анализа систем управления (У-5). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками построения и анализа критериев устойчивости и определения запасов устойчивости систем управления (Н-4); - навыками применения корректирующих устройств при структурном синтезе систем управления; инженерными методиками выбора управляющих устройств и расчета их оптимальных настроек (Н-5)

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина “Методы и технологии проектирования систем управления” относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.03), и изучается в 5-м и 6-м семестрах на 3-м курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин “Вычислительная математика”, “Физика”, “Информатика”, “Программирование”, “Электротехника, электроника и схемотехника”, “Дискретная математика”, “Численные методы и алгоритмы решения дифференциальных уравнений”.

Полученные в процессе изучения дисциплины “Методы и технологии проектирования систем управления” знания, умения и навыки могут быть использованы студентом в ходе производственной и преддипломной практик, в процессе выполнения выпускной квалификационной работы, а также в последующей работе по специальности при исследовании и проектировании систем управления.

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	16
занятия лекционного типа	6
лабораторные занятия	6
курсовое проектирование (КР или КП)	4
Самостоятельная работа	119
Форма текущего контроля (контр. работы, реферат, РГР, эссе)	2 контрольные работы, отчеты о лабораторных работах, тесты
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Курсовая работа Экзамен (9)

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	Формируемые индикаторы
			лабораторные занятия	курсовое проектирование			
1	Основные понятия об управлении и системах управления	1.0	-	1	19	ПК-1	ПК-1.17
2	Модели и характеристики типовых элементов линейных непрерывных систем управления	2.0	2.0	1	30	ПК-1	ПК-1.18
3	Анализ линейных непрерывных систем управления	1.0	2.0	1	30	ПК-1	ПК-1.18
4	Методы синтеза (проектирования) линейных непрерывных систем управления	2.0	2.0	1	40	ПК-1	ПК-1.18, ПК-1.19

4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Понятия “процесс управления”, “объект управления”, “управляющее устройство”, “цель управления”, “динамическая система”. Типы объектов управления. Классификация систем управления. Принципы управления. Функциональные и структурные схемы систем управления. Уравнения статики и динамики.</p> <p>10 Понятие и виды статической характеристики. Формулировка и математическая запись принципа суперпозиции. Линеаризация нелинейных зависимостей. Статические и астатические объекты. Свойства объектов управления. Типовые законы управления и их реализация.</p>	1.0	Слайд-презентация (ЛВ)
2	<p>14 Характеристики регулярных сигналов. Модели вход-выход: дифференциальные уравнения; передаточные функции; временные и частотные характеристики. Типовые динамические звенья. Уравнения и передаточные функции замкнутой и разомкнутой системы управления. Способы соединения звеньев в САУ и преобразования структурных схем. Модели систем управления с раскрытой причинно-следственной структурой: структурные схемы; сигнальные графы. Последовательное применение эквивалентного преобразования графов. Построение модели в форме пространства состояний по дифференциальному уравнению n-го порядка. Построение структурных схем по передаточным функциям</p>	2.0	Слайд-презентация (ЛВ)
3	<p>Задачи анализа систем управления. Анализ устойчивости. Понятие структурной устойчивости. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Устойчивость систем с запаздыванием. Выделение областей устойчивости. Способы обеспечения устойчивости и повышения качества управления. Корректирующие устройства. Обеспечение</p> <p>15 инвариантности систем управления. Чувствительность систем управления. Показатели качества систем управления: прямые, корневые, интегральные, частотные. Использование ЭВМ для анализа линейных систем.</p>	1.0	Слайд-презентация (ЛВ)

4	<p>Постановка задачи синтеза. Методы структурного и параметрического синтеза систем управления. Условия разрешимости задачи синтеза: ресурсные ограничения, управляемость, наблюдаемость. Расчетные методы синтеза систем управления: корневой, корневого годографа, стандартных переходных характеристик, построения желаемой ЛАЧХ. Структурно-топологические методы синтеза. Основные этапы синтеза систем управления. Инженерные методики синтеза систем управления. Особенности синтеза многомерных систем управления. Процедура синтеза управляющего устройства частотным методом. Использование ЭВМ при проектировании систем управления. Алгоритмы цифрового управления.</p>	2.0	Слайд-презентация (ЛВ)
---	---	-----	------------------------

4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1 Лабораторные занятия

№ занятия	№ раздела дисциплин.	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	1, 2	<p><u>Модели звеньев и систем.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - исследование временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев; - изучение свойств объекта управления; - моделирование замкнутой САУ и исследование влияния законов управления и параметров настройки регуляторов на качество ее функционирования. 	2.0	Программные пакеты Model Vision Studium, VisSim
2	3, 4	<p><u>Устойчивость автоматических систем управления.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение способов построения и анализа областей устойчивости; - изучение алгебраических и частотных критериев устойчивости, определение запасов устойчивости; - изучение корневых и частотных методов оценки качества САУ. 	2.0	Программные пакеты Model Vision Studium, VisSim

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

4.4.1 Темы контрольных работ

Контрольные работы	Темы
Контрольная работа №1	- передаточные функции и дифференциальные уравнения; - преобразования структурных схем; - одноконтурные системы управления, законы регулирования; - частотные характеристики; - показатели качества управления.
Контрольная работа №2	- алгебраические критерии устойчивости; - частотные критерии устойчивости; - построение областей устойчивости; - определение запасов устойчивости; - управляемость и наблюдаемость.

Примеры тестовых заданий

1) Если известна передаточная функция, то переходная функция определяется как ...

A) $h(t) = L^{-1}\left[\frac{W(s)}{s}\right]$; B) $h(t) = L^{-1}[sW(s)]$; C) $h(t) = L^{-1}[W'(s)]$.

2) Если передаточная функция объекта управления $W(s) = 3e^{-4s}$, то амплитудно-частотная характеристика запишется как...

A) $A(\omega) = 3e^{-4\omega}$; B) $A(\omega) = 3\sqrt{\sin 4\omega + \cos 4\omega}$; C) $A(\omega) = 3$.

3) Какую передаточную функцию имеет ПД-регулятор?

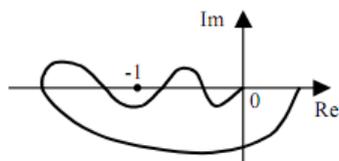
A) $W(s) = -S_1 - S_2s$; B) $W(s) = -\frac{S_0}{s} - S_1 - S_2s$; C) $W(s) = -\frac{S_0}{s} - S_1$.

4) Установите соответствие между названием типового динамического звена и наклоном (наклонами) асимптотической ЛАХ.

1. апериодическое звено первого порядка;
2. консервативное звено;
3. интегрирующее звено;
4. дифференцирующее звено.

A) 0 и -40 дБ/дек; B) -20 и 0 дБ/дек; C) 0 и 20 дБ/дек; D) +20 дБ/дек; E) -20 дБ/дек

5) Пусть разомкнутая система устойчива и имеет АФХ:



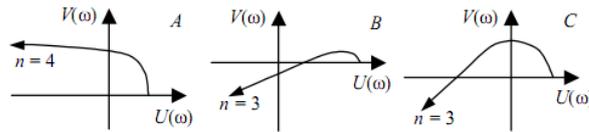
Замкнутая система будет:

A) устойчивой; B) неустойчивой; C) на границе устойчивости

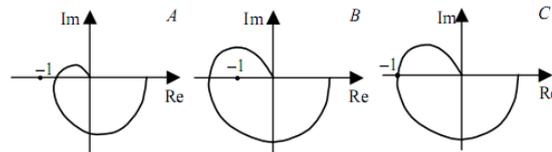
6) Какая из систем, описываемых уравнением, будет неустойчивой?

- A) $y''(t) + 2y'(t) + 3y(t) = 0$;
- B) $y'''(t) + y''(t) + 4y'(t) + 3y(t) = 0$;
- C) $y''(t) - y'(t) + y(t) = 0$.

7) Какая из систем согласно критерию Михайлова будет устойчивой, если годограф Михайлова имеет вид



8) Пусть разомкнутая система устойчива, то какая из замкнутых систем будет устойчива, если АФХ разомкнутой системы имеет вид:



9) Как определить степень устойчивости?

A) $m = \min_{S_i} \frac{\text{Re}(S_i)}{\text{Im}(S_i)}$; B) $\eta = \min_{S_i} |\text{Re}(S_i)|$; C) $\psi = \frac{y_1 - y_3}{y_1}$.

10) Среднечастотная часть логарифмической амплитудной характеристики определяет

- A) максимальную постоянную времени; B) установившуюся ошибку;
C) время переходного процесса и перерегулирование; D) коэффициент передачи системы.

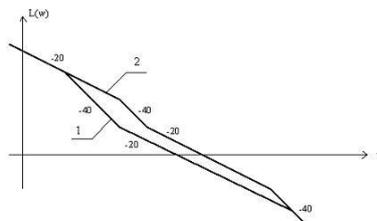
11) Передаточная функция разомкнутой системы равна $W(s) = 10/s$. Установившаяся ошибка системы, замкнутой единичной обратной связью, при входном воздействии $g(t) = 20 \cdot t$ равна

- A) 2 ; B) 0 ; C) 20/11 ; D) ∞ .

12) Корни характеристического уравнения замкнутой системы равны:

$\lambda_{1,2} = -0.6 \pm j0.3$, $\lambda_3 = -0.9$, где j – мнимая единица. Степень устойчивости системы равна
A) 0,9 ; B) 0,6 ; C) 2 ; D) 0,3 .

13) На рисунке показаны логарифмические амплитудные характеристики для двух систем. Система 1 будет иметь меньше ...



- A) время переходного процесса; B) ошибку при обработке линейно
C) ошибку при обработке постоянных по изменяющихся воздействий;
величине воздействий; D) перерегулирование.

14) Какой показатель качества называется статической ошибкой?

- A) максимальное отклонение от заданного значения;
B) отклонение от заданного значения в установившемся состоянии;
C) разность между максимальным и минимальным значениями переходного процесса.

15) Интегральный квадратичный критерий качества регулирования – это...

A) $J = \int_0^{\infty} (y(t) + y'(t))^2 dt$; B) $J = \int_0^{\infty} (y^2(t) dt)$; C) $J = \int_0^{\infty} (y'(t)^2 + y(t))^2 dt$.

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 и защиты курсовой работы, результат оценивания – оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется билетами с вопросами для проверки знаний, умений и навыков.

При сдаче экзамена студент получает билет с тремя вопросами из перечня вопросов (Приложение №1, раздел № 3), время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример экзаменационного билета:

Экзаменационный билет № 3

- 1 Основные свойства объекта управления.**
- 2 Алгебраические критерии устойчивости (подробнее о критерии Гурвица).**
- 3 Виды корректирующих устройств.**

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

- 1 Беспалов, А. В. Системы управления химико-технологическими процессами : учебник для вузов / А. В. Беспалов, Н. И. Харитонов. – М. : Академкнига, 2007. – 690 с.
- 2 Власов, К. П. Теория автоматического управления : учеб. пособие для вузов / К. П. Власов. – Харьков: Гуманит. Центр, 2007. – 524 с.
- 3 Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учеб. пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. – 463 с.
- 4 Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления : учеб. пособие для вузов / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. – 219 с.
- 5 Малафеев, С. И. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебник для вузов / С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. – М. : Академия, 2010. – 383 с.
- 6 Меньков, А. В. Теоретические основы автоматизированного управления : учебник для вузов / А. В. Меньков, В. А. Острейковский. – М. : ОНИКС, 2005. – 639 с.
- 7 Моделирование систем : учебник для вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. – М. : Академия, 2009. – 316 с.
- 8 Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справочное пособие / А. С. Клюев [и др.] ; Под ред. А. С. Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2015. – 464 с.
- 9 Сотников, В. В. Основы теории управления. Базовый курс : учеб. пособие / В. В. Сотников, Л. Ф. Макарова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 156 с.
- 10 Сотников, В. В. Основы теории управления : метод. указания к выполнению контрольных работ / В. В. Сотников, Л. Ф. Макарова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 48 с.
- 11 Схиртладзе, А. Г. Интегрированные системы проектирования и управления : учебник для вузов / А. Г. Схиртладзе, Т. Я. Лазарева, Ю. Ф. Мартемьянов. – М. : Академия, 2010. – 347 с.
- 12 Чистякова, Т. Б. Интеллектуальное управление многоассортиментным коксохимическим производством : науч. издание / Т. Б. Чистякова, О. Г. Бойкова, Н. А. Чистяков ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизир. проектирования и упр. – СПб. : ЦОП "Профессия", 2010. – 187 с.
- 13 Шишмарев, В. Ю. Теория автоматического управления : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. – М. : Академия, 2012. – 351 с.

б) электронные учебные издания:

- 14 Гвоздева, Т. В. Проектирование информационных систем: технология автоматизированного проектирования. Лабораторный практикум : учебно-справочное пособие / Т. В. Гвоздева, Б. А. Баллод. – Электрон. текстовые дан. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2018. – 156 с. (Лань)
- 15 Малышенко, А. М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления: учеб. пособие для вузов / А. М. Малышенко, О. С. Вадутов. – 3-е изд., стер. – Электрон. текстовые дан. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2016. – 368 с. (Лань)
- 16 Певзнер, Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие для вузов / Л. Д. Певзнер. – 2-е изд., испр. и доп. – Электрон. текстовые дан. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. – 424 с. (Лань)
- 17 Певзнер, Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учеб. пособие / Л. Д. Певзнер. – Электрон. текстовые дан. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2016. – 604 с. (Лань)

- 18 Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие / А. А. Первозванский. – 3-е изд., стер. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2015. – 624 с. (Лань)
- 19 Тугов, В. В. Проектирование автоматизированных систем управления : учеб. пособие / В. В. Тугов, А. И. Сергеев, Н. С. Шаров. – Электрон. текстовые дан. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. – 172 с. (Лань)

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://technolog.bibliotech.ru/>;
 - «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.
- Автоматизированное проектирование средств и систем управления [Электронный ресурс] : курс лекций / Е. Е. Носкова, Д. В. Капулин, Ю. В. Краснобаев, С. В. Ченцов. – Электрон. дан. (4 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.
- Журнал «Известия РАН. Теория и системы управления». – М. : ФГУП «Издательство «Наука», 2004-2019 (электронная онлайн-версия журнала <https://naukabooks.ru/zhurnali/katalog/izvestija-ran-teorija-i-sistemy>)
- Производственно-практический журнал “Современные технологии автоматизации”. – М. : ООО “СТА-ПРЕСС”, 2004-2019 (электронная версия: <http://www.cta.ru>).
- Журнал “Проблемы управления” ИПУ РАН “Теория и системы управления”. – М. : ИПУ РАН, 2004-2019 (сайт журнала: www.ipu.ru/period/pu).
- Журнал “Системы управления и информационные технологии” ИПУ РАН “Теория и системы управления”. – М. : ИПУ РАН, 2004-2019 (сайт журнала: www.vsi.ru/~sbph/suit/).
- Журнал “Автоматизация в промышленности” ИПУ РАН “Теория и системы управления”. – М. : ИПУ РАН, 2004-2019 (сайт журнала: www.avtprom.ru)
- Журнал "Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении". – Брянск : ФГБОУ «БГТУ», 2018-2019 (сайт журнала: www.aimpu.ru)
- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.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 “Методы и технологии проектирования систем управления” проводятся в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;
- СТП СПбГТИ 020-2011 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий;
- СТО СПбГТИ (ТУ) 044 – 2012 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования;
- СТП СПбГТИ 048-2009 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению;
- СТО СПбГТИ(ТУ) 026-2016 Положение о бакалавриате.

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

На лабораторных занятиях после выполнения лабораторных работ (пункт № 4.3.2) студенты с использованием компьютеров и соответствующего программного обеспечения готовят отчет о них. Содержание этих отчетов указано в заданиях на лабораторные работы, которые выдаются студентам на занятиях. При оформлении отчетов о лабораторных работах необходимо руководствоваться требованиями соответствующих государственных стандартов и локальных нормативных документов:

ГОСТ 7.32-2017 СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления;

СТП СПбГТИ 006-2009 КС УКДВ. Подготовка и оформление авторских текстовых оригиналов для издания;

ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин;

СТП ЛТИ им. Ленсовета 2.055.005-79 КС УКДВ. Единицы физических величин;

ГОСТ 19.701-90 ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и электронными ресурсами, в том числе информационными ресурсами сети Интернет, по всем разделам дисциплины. Самостоятельная работа предусмотрена в объеме 119 академических часов.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является: плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в конце 6-го семестра в виде экзамена, проводимого в устной форме, а также выполнения курсовой работы.

Необходимым условием получения допуска к экзамену является выполнение и защита студентом всех лабораторных работ и курсовой работы, предусмотренных рабочей программой.

При подготовке к экзамену рекомендуется несколько раз прочитать конспект лекций, дополненный информацией из рекомендуемых источников. При этом студент, поняв логику изложения учебного материала, получает представление о предмете изучаемой дисциплины в целом, что позволяет ему продемонстрировать на экзамене свои знания и эрудицию.

На экзамене студент отвечает в устной форме на три контрольных вопроса из различных разделов дисциплины, а также решает задачу из пройденного материала контрольных работ. Список контрольных вопросов для проведения экзамена представлен в Приложении №1, раздел №3. Оценка («неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»), формируемая в результате собеседования, является итоговой по дисциплине и проставляется в приложении к диплому.

Оценка за курсовую работу («неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»), формируемая по результатам защиты, является также итоговой по дисциплине и проставляется в приложении к диплому.

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

10.1 Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование следующих информационных технологий:

- слайд-презентации лекций и примеров для лабораторных занятий, выполнения курсовой работы в целях текущего контроля знаний;
- дистанционная обучающая система moodle (*moodle.technolog.edu.ru*);
- Интернет-ресурсы и сервер кафедры.

10.2 Программное обеспечение

В учебном процессе используется лицензионное системное и прикладное программное обеспечение.

Наименование программного продукта	Лицензия
Microsoft Windows 7, 8.1	Лицензия по договору с СПбГТИ(ТУ) DreamSpark
Microsoft Visual Studio 2008, 2010, 2012	
Microsoft Visual C++ 2008	
Microsoft Microsoft .Net Framework 4.0, 4.5	
Microsoft Access 2007, 2013	
Microsoft Visio 2010	
LibreOffice, Apache OpenOffice.org	Бесплатная лицензия
MATHCAD 14	Лицензия по договору с СПбГТИ(ТУ)
Moodle	Открытая лицензия (GNU GPL v3)
Model Vision Studium 4.0	Образовательная бессрочная лицензия

Кроме лицензионного программного обеспечения сторонних производителей при проведении учебных занятий широко используются проблемно-ориентированные программные комплексы для решения задач в области информатики и вычислительной техники, разработанные на кафедре САПРиУ СПбГТИ(ТУ).

Наименование программного комплекса	Номер и дата выдачи свидетельства об официальной/государственной регистрации программы для ЭВМ
Конструктор нечетких моделей («Фаззи-Конструктор»)	Регистрационный номер 2000610208 от 23.03.2000. Акт внедрения в учебный процесс от 2002 года.
Программный комплекс для управления движущимся объектом с использованием нейронной сети	Регистрационный номер 2007613438 от 15.08.2007 . Акт о внедрении программного обеспечения в учебный процесс от 25 ноября 2016 года.

Наименование программного комплекса	Номер и дата выдачи свидетельства об официальной/государственной регистрации программы для ЭВМ
Программно-алгоритмический комплекс для обучения управлению процессами синтеза фуллеренов («FullerDLS»)	Регистрационный номер 2014662550 от 03.12.2014. Акт о внедрении программного обеспечения в учебный процесс от 25 ноября 2016 года.
Программный комплекс для обучения управлению процессами производства твёрдых сплавов («HMTrainer»)	Регистрационный номер 2015612733 от 25.02.2015. Акт о внедрении программного обеспечения в учебный процесс от 25 ноября 2016 года.
Программный комплекс для обучения управлению процессами электрохимической размерной обработки металлов и сплавов («ECM Lab»)	Регистрационный номер 2015612737 от 25.02.2015. Акт о внедрении программного обеспечения в учебный процесс от 25 ноября 2016 года.

10.3 Базы данных и информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы

Для проведения занятий по дисциплине на кафедре систем автоматизированного проектирования и управления СПбГТИ(ТУ) имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Наименование компьютерного класса кафедры	Оборудование
Класс интегрированных систем проектирования и управления химико-технологическими процессами	30 посадочных мест. Учебная мебель, пластиковая доска. Персональные компьютеры (15 шт.): двухядерный процессор Intel Core 2 Duo (2,33 ГГц); ОЗУ 4096 Мб; НЖМД 250 Гб; CD/DVD привод, DVD-RW; видеокарта NVIDIA GeForce 8500 GT; звуковая и сетевая карты, встроенные в материнскую плату. Персональные компьютеры объединены в корпоративную вычислительную сеть кафедры и имеют выход в сеть «Интернет».

Наименование компьютерного класса кафедры	Оборудование
Класс информационных и интеллектуальных систем	40 посадочных мест. Учебная мебель, пластиковая доска. Персональные компьютеры (20 шт.): четырехядерный процессор Intel Core i7-920 (2666 МГц), ОЗУ 6 Гб; НЖМД 250 Гб; CD/DVD привод, DVD-RW; видеокарта NVIDIA GeForce GT 220 (1024 Мб); звуковая и сетевая карты, встроенные в материнскую плату. Персональные компьютеры объединены в корпоративную вычислительную сеть кафедры и имеют выход в сеть «Интернет».
Лекционная аудитория	56 посадочных мест. Учебная мебель. Мультимедийный проектор NEC NP41. Ноутбук Asus абj на базе процессора Intel Core Duo T2000. Мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia.

Лицензионное системное и прикладное программное обеспечение, используемое в учебном процессе по дисциплине, перечислено в подразделе № 10.2.

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 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине “Методы и технологии проектирования систем управления”**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способность выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы.	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.17 Готовность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач в области синтеза и анализа систем управления.	Знает основные положения теории управления; основные законы, принципы и методы управления (ЗН-1); особенности непрерывных и цифровых систем управления, их синтеза и анализа (ЗН-2); направления использования микропроцессоров и микро-ЭВМ в системах управления (ЗН-3); современные программные пакеты для моделирования и анализа систем управления (ЗН-4).	Правильные ответы на вопросы № 1-13 к экзамену	Имеет представление об основных положениях теории управления, законах, принципах и методах управления; показывает приблизительные знания об особенностях непрерывных и цифровых систем управления, задачах их синтеза и анализа; ошибается в перечислении основных элементов типовой системы управления; неуверенно перечисляет современные программные пакеты для моделирования и анализа систем управления.	Рассказывает об основных положениях теории управления, законах, принципах и методах управления; ориентируется в особенностях непрерывных и цифровых систем управления, задачах их синтеза и анализа; ошибается в перечислении основных элементов типовой системы управления; затрудняется в перечислении современных программных пакетов для моделирования и анализа систем управления.	Уверенно формулирует основные положения теории управления, законы, принципы и методы управления; хорошо разбирается в особенностях непрерывных и цифровых систем управления, задачах их синтеза и анализа; четко перечисляет современные программные пакеты для моделирования и анализа систем управления; хорошо ориентируется в направлениях использования цифровой техники в системах управления.
	Умеет выбирать программные пакеты для моделирования и анализа систем управления и их элементов в соответствии с поставленными задачами (У-1).		Правильные ответы на вопросы № 1-13 к экзамену	Затрудняется в выборе программного пакета для решения конкретных задач моделирования и анализа систем управления.	Допускает некоторые ошибки при выборе программного пакета для решения конкретных задач моделирования и анализа систем управления.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет приемами моделирования систем управления и их элементов (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 1-13 к экзамену	Имеет слабые навыки моделирования систем управления в конкретном программном пакете.	Владеет приемами моделирования систем управления в конкретном программном пакете, но делает ошибки при моделировании отдельных элементов системы.	Демонстрирует свободное владение приемами моделирования систем управления и их элементов в конкретном программном пакете.
ПК-1.18 Готовность разрабатывать модели компонентов систем управления, включая модели типовых элементов и модели интерфейсов "человек – компьютер"	Знает принципы и методы построения моделей динамических систем управления (ЗН-5); временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев и систем (ЗН-6); свойства объектов управления (ЗН-7); типовые алгоритмы управления (ЗН-8); прямые и косвенные оценки качества систем управления (ЗН-9).	Правильные ответы на вопросы № 14-26 к экзамену	Знает принципы и методы построения моделей систем управления; путается в формулировках динамических характеристик; неуверенно описывает свойства объектов управления и типовые алгоритмы управления; слабо различает прямые и косвенные оценки качества систем управления.	Достаточно хорошо ориентируется в методах построения моделей систем управления, но делает отдельные ошибки при описании временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев и систем, свойств объектов управления и типовых алгоритмов управления, оценках качества систем управления.	Свободно рассказывает о методах построения моделей систем управления, временных и частотных характеристиках типовых динамических звеньев и систем, свойствах объектов управления и типовых алгоритмах управления, прямых и косвенных оценках качества систем управления.
	Умеет применять основные методы получения и преобразования моделей динамических систем (У-2), определять оценки качества систем управления (У-3).	Правильные ответы на вопросы № 14-27 к экзамену	Имеет представление об основных методах получения и преобразования моделей динамических систем, но путается в оценках качества систем управления.	Способен применять основные методы получения и преобразования моделей динамических систем, определять оценки качества систем управления, но допускает отдельные ошибки.	Правильно применяет основные методы получения и преобразования моделей динамических систем, уверенно определяет прямые и косвенные оценки качества систем управления.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет навыками математического описания систем управления и их элементов (Н-2); навыками построения и анализа временных и частотных характеристик типовых звеньев и систем управления (Н-3).	Правильные ответы на вопросы № 14-27 к экзамену	Испытывает затруднения при математическом описании систем управления и их элементов; проявляет слабое владение навыками построения и анализа динамических характеристик типовых звеньев и систем управления.	Владеет приемами математического описания систем управления и их элементов; при построении и анализе временных и частотных характеристик типовых звеньев и систем управления допускает некоторые ошибки.	Уверенно владеет приемами математического описания систем управления и их элементов; демонстрирует хорошие навыки построения и анализа временных и частотных характеристик типовых звеньев и систем управления.
ПК-1.19 Готовность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	Знает постановку задачи структурного и параметрического синтеза системы управления (ЗН-10); условия разрешимости задачи синтеза (ЗН-11); критерии устойчивости систем управления (ЗН-12); методы синтеза (проектирования) систем управления (ЗН-13).	Правильные ответы на вопросы № 28-45 к экзамену	Знает постановку задачи структурного и параметрического синтеза системы управления; неуверенно формулирует условия разрешимости задачи синтеза; плохо различает критерии устойчивости; может назвать не более одного метода синтеза систем управления.	Формулирует постановку задачи структурного и параметрического синтеза системы управления, критерии устойчивости; условия разрешимости задачи синтеза объясняет с некоторыми ошибками; дает неполный перечень методов синтеза систем управления.	Уверенно формулирует постановку задачи структурного и параметрического синтеза системы управления, условия разрешимости задачи синтеза, критерии устойчивости систем управления; четко перечисляет методы синтеза систем управления.
	Умеет применять критерии устойчивости, анализировать условия разрешимости задачи синтеза; вычислять функцию чувствительности и оценки качества (У-4); решать задачи структурного и параметрического синтеза и анализа систем управления (У-5).	Правильные ответы на вопросы № 28-45 к экзамену, результаты выполнения и защиты курсовой работы	С трудом анализирует условия разрешимости задачи синтеза и критерии устойчивости; может определить оценки качества системы управления, решать задачу параметрического синтеза системы управления, но не умеет проводить структурный синтез системы управления.	Может применять и анализировать критерии устойчивости, анализировать условия разрешимости задачи синтеза, вычислять функцию чувствительности и оценки качества, решать задачи синтеза и анализа систем управления, допуская некоторые ошибки.	Правильно применяет и анализирует критерии устойчивости; умеет анализировать условия разрешимости задачи синтеза, вычислять функцию чувствительности и оценки качества, решать задачи структурного и параметрического синтеза и анализа систем управления.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет навыками построения и анализа критериев устойчивости и определения запасов устойчивости систем управления (Н-4); навыками применения корректирующих устройств при структурном синтезе систем управления, инженерными методиками выбора управляющих устройств и расчета их оптимальных настроек (Н-5).	Правильные ответы на вопросы № 28-45 к экзамену, результаты выполнения и защиты курсовой работы	Имеет слабые навыки построения и анализа критериев устойчивости и определения запасов устойчивости систем управления; плохо ориентируется в применении корректирующих устройств при структурном синтезе систем управления; неуверенно пользуется инженерными методиками выбора управляющих устройств и расчета их оптимальных настроек.	Владеет навыками построения и анализа критериев устойчивости и определения запасов устойчивости систем управления; может применять корректирующие устройства при структурном синтезе систем управления, но не всегда адекватно оценивает последствия их применения для сохранения работоспособности системы; ориентируется в инженерных методиках синтеза систем управления.	Демонстрирует уверенное владение навыками построения и анализа критериев устойчивости и определения запасов устойчивости систем управления, применения корректирующих устройств при структурном синтезе систем управления; инженерными методиками выбора управляющих устройств и расчета их оптимальных настроек (параметрический синтез системы управления).

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:

- 1) Понятия «система управления», «объект управления», «устройство управления».
- 2) Автоматическая система регулирования (АСР) и система автоматического управления (САУ), их структурные схемы.
- 3) Классификация систем автоматического управления (САУ).
- 4) Принципы управления.
- 5) Структура системы управления.
- 6) Одноконтурные, многоконтурные и многосвязные системы.
- 7) Линейные и нелинейные системы управления.
- 8) Преобразование Лапласа и его свойства.
- 9) Понятие передаточной функции звена и САУ.
- 10) Передаточные функции замкнутых систем управления по каналам управления и возмущения.
- 11) Классификация и особенности цифровых систем.
- 12) Обобщенная структура цифровой системы управления.
- 13) Современные программные пакеты для моделирования и анализа систем управления.
- 14) Виды типовых переходных процессов.
- 15) Характеристика типовых сигналов
- 16) Основные свойства объекта управления.
- 17) Основные законы управления и типовые регуляторы.
- 18) Виды типовых переходных процессов.
- 19) Переходная и импульсная (весовая) характеристики.
- 20) Передаточные функции элементарных динамических звеньев.
- 21) Временные характеристики звеньев и систем.
- 22) Типовые соединения звеньев.
- 23) Правила преобразования структурных схем.
- 24) Статические и динамические характеристики звеньев и систем.
- 25) Частотные характеристики звеньев и систем.
- 26) Логарифмические частотные характеристики.
- 27) Характеристика диаграммы Боде.
- 28) Понятие и виды устойчивости.
- 29) Построение областей устойчивости (метод D-разбиения).
- 30) Алгебраические критерии устойчивости (критерии Гурвица, Рауса).
- 31) Частотные критерии устойчивости (критерии Найквиста, Михайлова).
- 32) Запасы устойчивости системы; определение запасов устойчивости по АФЧХ и ЛЧХ.
- 33) Устойчивость систем с запаздыванием.
- 34) Анализ устойчивости системы по корневому годографу.
- 35) Устойчивость дискретных систем.
- 36) Прямые оценки качества регулирования.
- 37) Косвенные оценки качества регулирования: частотные, корневые, интегральные).
- 38) Понятие точности и способы ее достижения.
- 39) Методы структурного синтеза систем управления.
- 40) Астатические системы и их свойства.
- 41) Инвариантность систем управления и способы ее достижения.
- 42) Назначение и виды корректирующих устройств.
- 43) Задачи синтеза линейных систем управления.

- 44) Условия разрешимости задачи синтеза (ресурсные ограничения, устойчивость “обратного” объекта, управляемость, наблюдаемость).
- 45) Расчетные методы синтеза: корневой, корневого годографа, стандартных переходных характеристик, построения желаемой ЛАЧХ.

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше, и задачу. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 45 мин.

4. Темы курсовых работ

Целью курсовой работы является закрепление знаний о методах анализа и синтеза линейных систем автоматического управления, полученных в процессе изучения курса.

В курсовой работе решаются задачи синтеза (автоматизированного проектирования) линейной САУ с использованием инженерных методов синтеза, а также анализа качества и устойчивости синтезированной САУ.

В рамках общей темы «*Проектирование линейной системы автоматического управления*» в зависимости от предложенного варианта темы студенты решают одну из трех задач синтеза САУ:

1. При заданных требованиях к качеству управления выбрать тип управляющего устройства (П-, ПИ-, ПД- или ПИД-регулятор) и оптимальные значения его параметров, а также структуру системы управления (одноконтурную или двухконтурную), далее анализируется качество функционирования САУ;
2. При заданной структуре САУ (одноконтурная) экспериментальным путем на основе анализа прямых показателей качества управления определить оптимальные параметры системы для разных типов регуляторов, а затем выбрать ту систему управления, которая обеспечивает наилучшее качество регулирования, далее анализируется качество функционирования САУ;
3. При заданной структуре системы управления (одноконтурная) и типе управляющего устройства (ПИ-регулятор) в соответствии с одной из известных инженерных методик синтеза определить оптимальные параметры системы, далее анализируется качество функционирования САУ.

Конкретные задания студентов в рамках решения одной из задач синтеза САУ отличаются параметрами передаточной функции объекта, а также требованиями к качеству управления.

В ходе выполнения курсовой работы в соответствии с типом задания студенты определяют оптимальные настройки ПИ-регулятора экспериментальным методом (тип задания 2) или с помощью инженерной методики синтеза САУ (тип задания 3), либо выбирают типа регулятора, удовлетворяющего заданным требованиям, и определяют его оптимальные настройки (тип задания 1). Затем проводят анализ качества функционирования и устойчивости САУ с оптимальными настройками.

Этапы выполнения курсовой работы:

- формализованное описание объекта проектирования;
- получение временных и частотных характеристик объекта управления;
- анализ объекта управления;
- в зависимости от типа задания по заданным критериям переходных процессов и характеристикам объекта управления: выбор оптимальных параметров регулятора заданного типа или выбор оптимального типа регулятора и его параметров;

- синтез САУ в программном пакете и анализ прямых оценок качества;
- анализ устойчивости САУ по кривым D-разбиения и критерию Найквиста;
- разработка блок-схемы автоматизированного проектирования САУ;
- оформление отчета о курсовом проекте.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями

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

- СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).