

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
ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ
(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.В.ДВ.01.02

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Проф. А.Л. Фокин

Рабочая программа дисциплины «Информационные системы управления качеством в автоматизированных и автоматических производствах» 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.....	7
4.3. Лабораторные занятия.	8
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
4.4.1 Темы и содержание контрольных работ	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	9
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	12
Приложение № 1.....	13
к рабочей программе дисциплины.....	13

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:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения	<p>Знать: расчетные и исследовательские приемы работы по данной дисциплине; методы инженерных расчетов, применяемых для синтеза оптимальных систем управления технологическими процессами;</p> <p>Уметь: решать оптимальные задачи оперативного управления, обоснованно ставить задачи оптимального управления динамическими системами, находить оптимальные структуры построения автоматических систем и рассчитывать оптимальные режимы работы систем, решать задачи анализа оптимальных систем управления.</p> <p>Владеть: методами инженерных расчетов оптимальных систем управления технологическими процессами; методами анализа синтезируемых оптимальных систем управления.</p>
ПК-6	способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	<p>Знать: Основные методы построения и математического описания процессов химической технологии в статике и динамике; средства и алгоритмы инструментов оптимального управления; программное обеспечение для моделирования и решения задач оптимального управления</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>технологическими процессами;</p> <p>Уметь: использовать методы и средства моделирования и управления характеристиками продукции; использовать алгоритмы оптимизации управления технологическими процессами; использовать подходы к реализации проблемно-ориентированных методов при решении задач управления.</p> <p>Владеть: навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ.</p>
ПК-19	<p>способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами</p>	<p>Знать: основные принципы построения нелинейных систем автоматического управления; основные методы построения и математического описания процессов химической технологии в статике и динамике; средства и алгоритмы инструментов управления нелинейными системами; программное обеспечение для моделирования и решения задач управления нелинейными технологическими процессами;</p> <p>Уметь: использовать методы и алгоритмы реализации инструментов управления нелинейными системами; использовать методы и средства моделирования и управления характеристиками продукции; использовать алгоритмы нелинейного управления технологическими процессами;</p> <p>Владеть: навыками расчетных и исследовательских приемов</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		работы по данной дисциплине.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы¹.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.01.02) и изучается на 4 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Основы информатики и вычислительной техники», «Высшая математика», «Теория автоматического управления», «Моделирование систем», «Процессы и аппараты химической технологии», «Программирование и алгоритмизации», «Автоматизация технологических процессов и производств».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Проблемы синтеза нелинейных систем» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе учащегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	2/72
Контактная работа с преподавателем:	8
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	4
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	4
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	60
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	КР-3
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Кр(3), зачет

¹ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

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 Общие свойства нелинейных систем	0.5		1	10	ПК-19
2 Методы исследования нелинейных систем	1		1	10	ПК-6
3 Линейные законы регулирования в нелинейной теории	0.5		1	10	ПК-6
4 Нелинейное управление линейным объектом	0.5		1	10	ОПК-4
5 Нелинейное управление нелинейным объектом. Управление в хаотических системах	1,5			20	ОПК-4

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Общие свойства нелинейных систем</u> Особенности поведения нелинейных систем, существование решений, примеры	0.5	Слайд-презентация
2	<u>Методы исследования нелинейных систем</u> Исследование устойчивости, функции Ляпунова, абсолютная устойчивость, бифуркации, метод гармонического баланса	1	Слайд-презентация
3	<u>Линейные законы регулирования в нелинейной теории</u> Использование традиционных законов регулирования, линеаризация, оптимальное управление	0.5	Слайд-презентация
4	<u>Нелинейное управление линейным объектом</u> Релейные законы управления, системы с переменной структурой, адаптивные системы	0.5	Слайд-презентация
5	<u>Нелинейное управление нелинейным объектом</u> Линеаризация обратной связью по состоянию и по выходу, использование функций Ляпунова для синтеза регуляторов. Понятие динамического хаоса, странный аттрактор, генерация хаотических колебаний, стабилизация хаоса	1,5	Слайд-презентация

4.3. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Общие свойства нелинейных систем</u> Анализ некоторых видов бифуркаций нелинейных систем	1	Защита лабораторных работ, работа в команде
2	<u>Методы исследования нелинейных систем</u> Анализ и синтез нелинейных систем методом гармонического баланса	1	Защита лабораторных работ, работа в команде
3	<u>Линейные законы регулирования в нелинейной теории</u> Линейное управление нелинейным динамическим объектом	1	Защита лабораторных работ, работа в команде
3	<u>Линейные законы регулирования в нелинейной теории</u> Изучение метода управления backstepping (Крстич) для объекта с запаздыванием	1	Защита лабораторных работ, работа в команде

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основные виды бифуркаций Частичная устойчивость и устойчивость по выходу	10	Устный опрос №1
2	Методы линеаризации нелинейных систем Метод оптимального демпфирования	10	Устный опрос №1
3	Системы с переменной структурой Прямое адаптивное управление	10	Устный опрос №1
4	Идентификационные методы адаптивного управления Использование функций Ляпунова для получения достаточных условий устойчивости систем	10	Письменный опрос №1
5	Линеаризация обратной связью Обратные задачи динамики Динамический хаос Задача генерации хаотических колебаний. Задача стабилизации хаоса.	20	Устный опрос №2

4.4.1 Темы и содержание контрольных работ

Предполагается написание письменных трех контрольных работ.

Контрольная работа № 1 «Линейное управление объектом» включает изучение методов использования ПИД законов в линейной теории. Контрольная работа № 1 выполняется после завершения лекционных занятий.

Контрольная работа № 2 «Метод последовательного компенсатора» включает изучение робастного управления в линейной и нелинейной теории. Контрольная работа № 2 выполняется после завершения лекционных занятий.

Контрольная работа № 3 "Проектирование нелинейных систем" включает изучение нелинейных методов управления в различных постановках. Контрольная работа № 3 выполняется после завершения лекционных занятий.

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 Медия: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

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

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 зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Оценка областей устойчивости методом гармонической линеаризации
2. Достаточные условия стабилизируемости системы.
- 3 Найдите амплитуду и частоту автоколебаний для системы с инерционной линейной частью

$$W(p) = \frac{k(T_1 p + 1)}{p(T_2 p + 1)}, \quad k = 2, \quad T_1 = 4c, \quad T_2 = 10c$$

и двухпозиционной нелинейностью. Определите условия устойчивости автоколебаний.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

а) основная литература:

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

2. Моделирование процесса полимеризации и управление при получении низкомолекулярного силоксанового каучука (методические указания)/ А. Л. Фокин [и др.]; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 2010. – 19 с.

3. Чистякова, Т. Б. Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами: учебное пособие для вузов по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника»/ Т. Б. Чистякова, А. Н. Полосин, Л. В. Гольцева; СПб ГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизированного проектирования и упр. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. – 239с.

б) дополнительная литература:

1. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации: учебное пособие/ В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. – 3-е изд., испр. – СПб.: М.: Краснодар: Лань, 2011. – 341с.

в) вспомогательная литература:

1. Рапопорт, Э. Я. Анализ и синтез систем автоматического управления с распределенными параметрами: учеб. пособие для вузов по напр. подгот. «Автоматизация и управление»/Э. Я. Рапопорт; М.: Высш. шк., 2005. – 292 с.

2. Черноусько, Ф. Л. Методы управления нелинейными механическими системами/ Ф. Л. Черноусько, И. М. Ананьевский, С. А. Ремшин. – М.: Физматлит, 2006. – 326 с.

3. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5 т. / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.

Т 1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. – 2004. – 656 с.

Т 2. Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления. – 2004. – 640 с.

Т 3. Синтез регуляторов систем автоматического управления. – 2004. – 616 с.

Т 4. Теория оптимизации систем автоматического управления. – 2004. – 744 с.

Т 5. Методы современной теории автоматического управления. – 2004. – 784 с.

4. Востриков, А. С. Теория автоматического регулирования: учеб. пособие для вузов по направлению «Автоматизация и управление»/ А. С. Востриков; М.: Высш. шк., 2004 – 365 с.

5. Фокин, А. Л. Использование методов динамической компенсации и оптимального управления для проектирования линейных систем стабилизации (методические указания)/ А. Л. Фокин, М. А. Джарагян; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 2004. – 16 с.

6. Фокин, А. Л. Оптимальная стабилизация линейного объекта (методические указания)/ А. Л. Фокин, М. А. Джарагян, В. В. Сыроквашин; СПбГТИ (ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. промышленности. – 2005. – 20 с.

7. Ванько, В. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление: учебник для вузов/ В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин – М. Изд-во МГУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 487 с.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

электронный учебник «Управление качеством»

http://studme.org/1455042310874/menedzhment/upravlenie_kachestvom

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

сайты фирм разработчиков АСУТП: www.adastra.ru; www.foit.ru; www.metso.ru;
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 «Проблемы синтеза нелинейных систем» 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 УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

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

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

видеоматериалы компании «НПО Техноконт»;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel);

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

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Проблемы синтеза нелинейных систем»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка²	Этап формирования³
ОПК-4	способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения	промежуточный
ПК-6	способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	промежуточный
ПК-19	способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации , контроля, диагностики, испытаний и управления процессами , жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает условия существования и единственности решения нелинейных систем. Умеет использовать известные методы для	Правильные ответы на вопросы №1-3 к зачету	ПК-19

² **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

³ этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	построения интегральных кривых нелинейных систем		
Освоение раздела № 2	Знает методы анализа устойчивости нелинейных систем. Владеет методами построения функций Ляпунова для нелинейных и линейных систем	Правильные ответы на вопросы №4-25	ПК-6
Освоение раздела № 3	Знает методы и средства анализа абсолютной устойчивости нелинейных систем. Умеет использовать теоретические результаты для исследования нелинейных систем. Владеет навыками применения основных критериев абсолютной устойчивости для решения конкретных задач	Правильные ответы на вопросы №25-33 к зачету	ПК-6
Освоение раздела №4	Знает методы построения приближенных решений нелинейных уравнений. Владеет навыками метода разделения движений в системе для решения нелинейных систем	Правильные ответы на вопросы №34-36 к зачету	ОПК-4
Освоение раздела № 5	Знает методы анализа периодических и квазипериодических решений. Умеет использовать алгоритмы управления хаосом в динамических системах.	Правильные ответы на вопрос №37 к зачету	ОПК-4

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то

результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенций:**

1. Виды нелинейных статических характеристик.
2. Линеаризация нелинейной системы при помощи разложения дифференцируемой правой части в ряд Тейлора.
3. Вибрационная линеаризация.
4. Статистическая линеаризация.
5. Гармоническая линеаризация.
6. Теоремы об устойчивости.
7. Теоремы об асимптотической устойчивости.
8. Теоремы об экспоненциальной устойчивости.
9. Инвариантные множества и аттракторы.
10. Понятие бифуркации.
11. Бифуркация вида складка.
12. Бифуркация вида камертон.
13. Бифуркация вида сборка.
14. Бифуркация Андронова-Хопфа.
15. Метод гармонического баланса.
16. Определение параметров автоколебаний при помощи гармонической линеаризации.
17. Оценка областей устойчивости методом гармонической линеаризации.
18. Частичная устойчивость нелинейной системы.
19. Устойчивость по части переменных.
20. Устойчивость нелинейной модели по функции.
21. Устойчивость по выходу.
22. Возмущенное движение. Пассивные системы.
23. Устойчивость нелинейной системы по входу.
24. Преобразование нелинейного объекта управления и канонические формы.
25. Управляемость нелинейных систем.
26. Оптимальные задачи, приводящие к релейным законам регулирования для линейного объекта.
27. Постановка задачи линеаризации обратной связью.
28. Понятие производных и скобок Ли.
29. Понятие диффеоморфизма и преобразование координат нелинейной системы.
30. Понятие инвалютивности и интегрируемости для системы векторных функций. Теорема Фробениуса.
31. Линеаризация обратной связью по состоянию.
32. Матрица управляемости для нелинейной системы.
33. Линеаризация обратной связью по выходу.
34. Относительный порядок (относительная степень) нелинейной системы.
35. Внешняя и внутренняя динамика нелинейной системы.
36. Нуль-динамика нелинейной системы.
37. Синтез алгоритмов стабилизации и слежения.
38. Применение функций Ляпунова для синтеза системы.
39. Достаточные условия стабилизируемости системы.
40. Методы обратной задачи динамики.
41. Условия скольжения и попадания изображающей точки системы на гиперповерхность.
42. Уравнения движения в скользящем режиме.

43. Решение задачи стабилизации линейного стационарного объекта в классе систем с переменной структурой.
44. Структура и типы адаптивных систем управления.
45. Алгоритмы параметрической адаптации.
46. Алгоритмы сигнальной адаптации.
47. Сигнально-параметрическая адаптация.
48. Алгоритмы адаптивной идентификации.
49. Условия корректности математической задачи и понятие динамического хаоса.
50. Примеры хаотических систем.
51. Понятие странного аттрактора и фрактальной размерности.
52. Решение задачи стабилизации хаоса.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

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 СПб

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