

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 23.11.2023 13:34:42
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
«24» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
СИНТЕЗ АДАПТИВНЫХ И РОБАСТНЫХ СИСТЕМ

Направление подготовки
27.04.03 Системный анализ и управление
Направленность программы магистратуры
«Системный анализ и управление в организационных системах»

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Заочная

Факультет **информационных технологий и управления**
Кафедра **системного анализа и информационных технологий**

Санкт-Петербург

2021

Б1.О.10

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, инициалы, фамилия
Доцент		Д.А. Краснобородько
Профессор		профессор В.А. Холоднов

Рабочая программа дисциплины «Синтез адаптивных и робастных систем» обсуждена на заседании кафедры системного анализа и информационных технологий
протокол от «28» апреля 2021 № 7

Заведующий кафедрой,
профессор, д.т.н.

А.А. Мусаев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления
протокол от «19 » мая 2021 № 8

Председатель,
доцент, к.т.н.

В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Системный анализ и управление»		Д.А. Краснобородько
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия	07
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	08
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11

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

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-9 Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики</p>	<p>ОПК-9.1 Владеет методами системного анализа для адаптивного и робастного управления.</p>	<p>Знать: - принципы построения различных адаптивных систем (ЗН-1); Уметь: - Проектировать и реализовывать адаптивные автоматические системы управления техническими системами (У-1). Владеть: - методами интерпретации процессов регулирования с применением современного вычислительного программного обеспечения (Н-1).</p>
	<p>ОПК-9.2 Владеет методами управления систем в условиях регулярной и хаотической динамики</p>	<p>Знать: - основы моделирования и расчетов в области адаптивных систем управления в условиях регулярной и хаотической динамики (ЗН-2). Уметь: - выполнять компьютерное моделирование систем управления (У-2). Владеть: - методами управления систем в условиях регулярной и хаотической динамики (Н-2).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части (Б1.О.10), и изучается на 3 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математическое моделирование, функциональный анализ» и «Модели и методы построения систем управления технологическими процессами». Полученные в процессе изучения дисциплины «Синтез адаптивных и робастных систем» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской работы, прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/акад. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	20
занятия лекционного типа	6
занятия семинарского типа, в т.ч.	14
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	14
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	-
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	84
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр(2)
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет(4)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Базовые понятия и классификация адаптивных систем.	1	2		20	ОПК-9	ОПК-9.1, ОПК-9.2
2.	Адаптивные системы.	1	2		20	ОПК-9	ОПК-9.1, ОПК-9.2
3.	Синтез адаптивных систем.	2	4		20	ОПК-9	ОПК-9.1, ОПК-9.2
4.	Многомерные адаптивные системы.	2	6		24	ОПК-9	ОПК-9.1, ОПК-9.2

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Предмет и задачи курса. Классификация адаптивных систем. Структурная схема обобщенной адаптивной системы.	1	Слайд-презентация
2.	Способы поиска экстремума. Методы определения градиента регулируемой функции в экстремальных системах: синхронного детектирования, дифференцирования регулируемой функции, запоминания экстремума.	1	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3.	Градиентные методы синтеза непрерывных систем прямого адаптивного управления. Синтез адаптивных систем градиентным методом. Алгоритм А.А. Красовского. Свойства систем. Пример расчета параметров адаптивного регулятора.	2	Слайд-презентация
4.	Многосвязные системы управления. Примеры и классификация систем многосвязного регулирования (МСАР). Матричная передаточная функция. Характеристическое уравнение МСАР.	2	Слайд-презентация

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Системы экстремального регулирования (СЭР). Типы систем, организация квазистационарного режима работы, содержание и последовательность проектирования	2	групповая дискуссия
2.	Анализ динамики линейной многомерной СЭР, работающей по методу градиента. Устойчивость и качество достижения экстремума целевой функции. Типы самонастраивающихся систем. СНС с замкнутым контуром настройки, системы с эталонной и настраиваемой моделью. Самонастраивающиеся системы переменной структуры. Синтез систем методом фазовой плоскости.	2	групповая дискуссия
3.	Синтез адаптивных систем с переменной структурой. Последовательность расчета параметров адаптивного регулятора. Свойства, область применения.	4	групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4.	Методы анализа многосвязных систем. Метод декомпозиции. Управляемость и наблюдаемость в МСАР. Запись уравнений МСАР в пространстве состояний. Выявление неуправляемых и ненаблюдаемых мод.	6	групповая дискуссия

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.	Самонастраивающиеся (СНС) и самоорганизующиеся системы.	20	Устный опрос № 1
2.	Методы организации движения к точке экстремума: Гаусса-Зайделя, градиента, наискорейшего спуска.	20	Устный опрос № 2
3.	Синтез адаптивных систем методом функций Ляпунова. Условия устойчивости. Алгоритм скоростного градиента. Синтез адаптивных систем по алгоритму скоростного градиента	20	Устный опрос № 3
4.	Проблема автономного управления. Автономность по Вознесенскому и Боксенбому - Худу. Взаимоотношения автономности и инвариантности в МСАР.	20	Устный опрос № 4

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

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенции и комплектуется теоретическими вопросами.

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

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы.
2. Синтез адаптивных систем по алгоритму скоростного градиента

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенции достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – «зачет».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение : учеб. пособие для вузов / [Н. В. Лисицын и др.] – Санкт-Петербург. : Менделеев, 2013. – 392 с. – ISBN 978-5-94922-034-4.
2. Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы: Учебное пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника" / И. П. Норенков. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 342 с. - ISBN 978-5-7038-3446-6
3. Халимон, В. И. Синтез систем логического управления технологическими процессами на основе конечных автоматов и сетей Петри: методические указания / В.И. Халимон, А.Ю. Рогов, О.В. Проститенко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования - Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2006. - 60 с.
4. Шишмарёв, В.Ю. Теория автоматического управления: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. - Москва: Академия, 2012. - 351 с. - ISBN 978-5-7695-9139-6.
5. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : Учебное пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. - 463 с. - ISBN 978-5-8114-1255-6.

б) электронные учебные издания:

1. Гаврилов, А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-4584-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122190> (дата обращения : 25.03.2021). Режим доступа: по подписке.

2. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0995-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168873> (дата обращения: 07.06.2021). — Режим доступа: по подписке.
3. Ивченко, В. Д. Теория автоматического управления : учебно-методическое пособие / В. Д. Ивченко, В. Н. Арбузов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 275 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167590> (дата обращения: 04.06.2021). — Режим доступа: по подписке.
4. Певзнер, Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-2161-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168937> (дата обращения: 03.06.2021). — Режим доступа: по подписке.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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/>.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в системах, таких как www.rambler.ru; www.yandex.ru; www.yahoo.ru; www.google.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Синтез адаптивных и робастных систем» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП (СТО):

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;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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.

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 знания по уже изученному материалу.

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

10.2. Программное обеспечение.

Офисный пакет Microsoft Office;

универсальный математический пакет MathCAD;

моделирующий программный комплекс AspenTech (Aspen Plus, Aspen Hysys, Aspen Dynamics).

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 ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная проектором, экраном, ноутбуком, на 100 посадочных мест.

Для ведения практических 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 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине
«Синтез адаптивных и робастных систем»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-9	Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики	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)
<p>ОПК-9.1 Владеет методами системного анализа для адаптивного и робастного управления.</p>	<p>Знает принципы построения различных адаптивных систем (ЗН-1); Умеет проектировать и реализовывать адаптивные автоматические системы управления техническими системами (У-1). Владеет методами интерпретации процессов регулирования с применением современного вычислительного программного обеспечения (Н-1).</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 1 - 20 к зачету</p>	<p>Может назвать основные исторические этапы развития теории управления, дать основные определения и понятия, иметь представление о методах и этапах синтеза адаптивных системы управления.</p>	<p>Раскрывает достоинства и недостатки методов исследования объектов управления и синтеза систем адаптивного регулирования.</p>	<p>Аргументировано выбирать и обосновывать методику построения математической модели технологического объекта и синтезировать оптимальную систему управления.</p>
<p>ОПК-9.2 Владеет методами управления систем в условиях регулярной и хаотической динамики</p>	<p>Знает основы моделирования и расчетов в области адаптивных систем управления в условиях регулярной и хаотической динамики (ЗН-2). Умеет выполнять компьютерное моделирование систем управления (У-2). Владеет методами</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 21 -34 к зачету</p>	<p>Составляет структуру для синтеза систем регулирования, предлагает алгоритм и методы для управления системой в условиях регулярной и хаотической динамики.</p>	<p>Выполняет анализ свойств типовых объектов управления. Обосновывает выбор метода и разрабатывает алгоритм для исследования систем управления в условиях регулярной и хаотической динамики.</p>	<p>Демонстрирует способности разработки алгоритмов и выбора методик анализа оптимальных систем управления в условиях регулярной и хаотической динамики.</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	управления систем в условиях регулярной и хаотической динамики (Н-2).				

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-9:

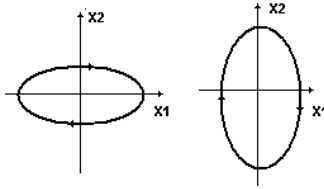
1. Основные принципы построения автоматических систем. Робастные системы. Адаптивные системы.
2. Структурная схема обобщенной адаптивной системы.
3. Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы.
4. Системы экстремального регулирования.
5. Критерии качества автоматических систем.
6. Способы поиска экстремума.
7. Методы определения градиента регулируемой функции в экстремальных системах:
8. Методы организации движения к точке экстремума: Гаусса-Зайделя, градиента, наискорейшего спуска.
9. Анализ динамики линейной многомерной СЭР, работающей по методу градиента.
10. Устойчивость и качество достижения экстремума целевой функции.
11. Типы самонастраивающихся систем.
12. СНС с замкнутым контуром настройки.
13. Системы с эталонной и настраиваемой моделью.
14. Самонастраивающиеся системы переменной структуры.
15. Синтез адаптивных систем методом фазовой плоскости.
16. Градиентные методы синтеза непрерывных систем прямого адаптивного управления.
17. Синтез адаптивных систем градиентным методом.
18. Алгоритм А.А. Красовского.
19. Пример расчета параметров адаптивного регулятора.
20. Синтез адаптивных систем методом функций Ляпунова. Условия устойчивости.
21. Синтез адаптивных систем по алгоритму скоростного градиента.
22. Идентифицируемость, работоспособность систем в условиях действия возмущений.
23. Системы с явной, неявной, настраиваемой моделями.
24. Синтез адаптивных систем с переменной структурой.
25. Последовательность расчета параметров адаптивного регулятора.
26. Многосвязные адаптивные системы управления.
27. Примеры и классификация систем многосвязного регулирования (МСАР).
28. Матричная передаточная функция. Характеристическое уравнение МСАР.
29. Проблема автономного управления. Автономность по Вознесенскому и Боксенбому - Худу.
30. Методы анализа многосвязных систем.
31. Метод декомпозиции.
32. Управляемость и наблюдаемость в МСАР.
33. Запись уравнений МСАР в пространстве состояний.
34. Выявление неуправляемых и ненаблюдаемых мод.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

Темы и содержание контрольных работ

Контрольная работа №1

Построить устойчивую систему из неустойчивых структур, фазовые портреты которых заданы:



Контрольная работа №2

Известны корни векового уравнения экстремальной системы:

$P_1 = -0.3$; $P_2 = -0.05$; $P_3 = -2 - j0.8$; $P_4 = -2 + j0.8$;

$P_5 = -0.1 - j1.3$; $P_6 = -0.1 + j1.3$.

Найти время установления экстремума.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП:

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