

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 24.10.2023 16:14:00
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
«28»июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
АДАПТИВНОЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Направление подготовки

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность программы бакалавриата

**Инновационные технологии контроля и управления технологическими объектами с
информационной неопределенностью**

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2021

Б1.О.13

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Адаптивное и оптимальное управление» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности протокол от «15» июня 2021 № 8
Заведующий кафедрой

Л.А. Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «23» июня 2021 № 9
Председатель

В.В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление подготовки «Управления в технических системах»		И.В. Рудакова
Руководитель направления подготовки		Л.А. Русинов
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.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	5
3. Объем дисциплины.	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.	6
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины ...	6
4.3. Занятия лекционного типа.	6
4.4. Занятия семинарского типа.	7
4.4.1. Семинары, практические занятия.	7
4.4.2. Лабораторные работы	9
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
10.1. Информационные технологии.	12
10.2. Программное обеспечение.	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	12
Приложение № 1	14

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)
ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	ОПК-2.2 Владеет математическим аппаратом, достаточным для построения оптимальных и адаптивных систем	Знать: основные методы анализа и синтеза автоматических систем (ЗН-1); Уметь: решать оптимальные и адаптивные задачи управления. (У-1); Владеть: методами анализа синтезируемых адаптивных систем управления (Н-1).
ОПК-8 Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	ОПК-8.1 Применяет методы оптимизации и адаптивного управления для решения конкретных задач автоматизации	Знать: программное обеспечение для моделирования и решения задач оптимального и адаптивного управления технологическими процессами (ЗН-2); Уметь: использовать подходы к реализации проблемно-ориентированных методов при решении задач управления (У-2); Владеть: навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ (Н-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.13) и изучается на 2 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Основы информатики и вычислительной техники», «Высшая математика», «Теория автоматического управления», «Идентификация объектов управления», «Процессы и аппараты», «Алгоритмическое обеспечение систем автоматизации и управления», «Системы автоматизации и управления». Полученные в процессе изучения дисциплины «Адаптивное и оптимальное управление» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	74
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	36
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	43
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Задачи статической оптимизации	4	8	6	12	ОПК-8	ОПК-8.1
2.	Оптимизация непрерывных динамических систем	4	8	6	8	ОПК-2	ОПК-2.2
3.	Оптимизация дискретных динамических систем	4	8	6	8	ОПК-2	ОПК-2.2
4	Системы прямого адаптивного управления	2	6		8	ОПК-8	ОПК-8.1
5	Адаптивные системы идентификационного типа	4	6		7	ОПК-2	ОПК-2.2
Итого		18	36	18	43		

4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-2.2	Задачи статической оптимизации Оптимизация непрерывных динамических систем Оптимизация дискретных динамических систем Системы прямого адаптивного управления Адаптивные системы идентификационного типа
	ОПК-8.1	

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Задачи статической оптимизации</u> Безусловная оптимизация, задачи оптимального управления при наличии ограничений	4	ЛВ
2	<u>Оптимизация непрерывных динамических систем</u> Принцип максимума, уравнение Беллмана, задачи быстрогодействия, стабилизации, терминального управления	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<u>Оптимизация дискретных динамических систем</u> Переход к дискретному времени. Методы модального управления, апериодическое управление, метод компенсации. Уравнение Беллмана, принцип максимума.	4	ЛВ
4	<u>Системы прямого адаптивного управления</u> Адаптивное управление по состоянию и по выходу, использование эталонных моделей, основные подходы к синтезу контура адаптации	2	ЛВ
5	<u>Адаптивные системы идентификационного типа</u> Особенности адаптивной идентификации, идентификация с измерением вектора состояния и по измерениям выхода, робастность идентификатора	4	ЛВ
Итого		18	

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Необходимые и достаточные условия экстремума</u> Основные модели, квадратично-линейная аппроксимация, положительная определенность и полуопределенность.	2		
1	<u>Основные алгоритмы поиска экстремума</u> Градиентный метод, метод сопряженных градиентов, метод Ньютона, квазиньютоновские методы, метод сопряженных градиентов, симплекс планирование, стохастические методы.	2		Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Выпуклое и вогнутое программирование</u> Основные определения, теорема Куна-Таккера, модификация теоремы Куна-Таккера.	2		
1	<u>Линейное программирование</u> Основные определения, двойственная задача, симплекс-метод, метод искусственного базиса.	1		
1	<u>Нелинейное программирование</u> Сведение некоторых задач к задачам линейного программирования, методы штрафных функций, метод квадратичного штрафа	1		
2	<u>Принцип оптимальности Беллмана в непрерывных системах</u> Обсуждение принципа оптимальности, получение уравнения Беллмана, примеры.	4		
2	<u>Принцип максимума Л. С. Понтрягина.</u>	4		Слайд-презентация,

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инноваци- онная форма
		всего	в том числе на практиче- скую подго- товку	
	Постановка задачи оптимального управления, доказательство принципа максимума, задача быстрогодействия, задача аналитического конструирования регуляторов, терминальное управление, принцип максимума в дискретных системах.			групповая дискуссия
3	<u>Принцип оптимальности Беллмана в дискретных системах</u> Динамическое программирование, функция Беллмана-Ляпунова, уравнение Беллмана.	2		
3	<u>Переход от непрерывного к дискретному времени</u> Основная теорема, аппроксимация Паде, понятие жесткости	2		
3	<u>Основные методы синтеза дискретных систем</u> Модальное управление по состоянию, модальное управление по выходу, оптимальное управление, робастное управление, метод компенсации, апериодические законы управления	4		Слайд-презентация, групповая дискуссия
4	<u>Использование явной эталонной модели</u> Синтез основного контура, описание обобщенного настраиваемого объекта, условия согласования модели и объекта управления, синтез контура адаптации.	2		
4	<u>Алгоритмы адаптации</u> Метод функций Ляпунова, схема скоростного градиента, идентифицирующие свойства алгоритмов настройки, алгоритмы сигнальной адаптации, алгоритмы сигнально-параметрической адаптации.	2		
4	<u>Алгоритмы с неявной эталонной моделью</u> Алгоритмы параметрической адаптации, алгоритмы сигнально-параметрической адаптации.	2		
5	<u>Метод последовательной компенсации</u> Задача с последовательным компенсатором, решение задачи адаптивной стабилизации, подавление возмущений в адаптивной системе	4		
5	<u>Адаптивные системы при наличии возмущений</u> Адаптивная система при наличии запаздывания в объекте и мультисинусоидального возмущения, идентификаторы интегрального и градиентного типа, оценка возмущения, регуляризация задачи при помощи выбора фильтра.	2		
<u>Итого</u>		36		

4.4.2. Лабораторные работы

№ раздела дисци- плины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Приме- чания
		всего	в том числе на практи- ческую подго- товку*	
1	<u>Задачи статической оптимизации</u> Изучение методов безусловной и условной оптимизации	6		
2	<u>Оптимизация непрерывных динамических систем</u> Исследование и оптимизация многосвязного объекта методом оптимального демпфирования переходных процессов	3		
2	<u>Оптимизация непрерывных динамических систем</u> Увеличение быстродействия систем стабилизации технологических процессов	3		
3	<u>Оптимизация дискретных динамических систем</u> Оперативное управление технологическим процессом в нормальном режиме по статистическим моделям	6		

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дис- циплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма кон- троля
1	Виды математических моделей для статической оптимизации, постановка задачи оптимального управления	1	Устный опрос №1
1	Градиентный метод, метод наискорейшего спуска	1	Устный опрос №1
1	Метод Ньютона, квазиньютоновские методы, метод сопряженных градиентов	2	Устный опрос №1
1	Метод симплекс-планирования, метод Кифера-Вольфовица, метод Сакса	1	Письменный опрос №1
1	Основные понятия выпуклого и вогнутого программирования	1	Письменный опрос №1
1	Теорема Куна-Таккера, необходимые условия существования седловой точки	2	Устный опрос №2
1	Основные понятия линейного программирования	1	Устный опрос №2
1	Симплекс метод решения задачи линейного программирования, метод искусственного базиса	1	Устный опрос №2
1	Использование линейного программирования для решения задач нелинейного программирования	1	Устный опрос №2
1	Методы штрафных функций	1	Письменный опрос №2
2	Постановка задачи оптимального управления динамическим объектом	2	Письменный опрос №2
2,3	Принцип максимума Л. С. Понтрягина, принцип оптимальности Беллмана	4	Письменный опрос №2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Решение частных задач оптимального управления: максимального быстродействия, аналитического конструирования оптимальных регуляторов, терминального управления	4	Письменный опрос №2
3	Методы перехода от непрерывной модели динамики к дискретной модели	2	Устный опрос №2
3	Решение оптимальных задач дискретного управления	2	Устный опрос №2
3	Методы синтеза дискретных систем: модальное управление по состоянию и по выходу, апериодическое управление, оптимальное управление, метод динамической компенсации	2	Устный опрос №2
4	Применение функций Ляпунова для синтеза алгоритма адаптации для линейного объекта	4	Устный опрос №2
4	Адаптивное управление по состоянию с эталонной моделью	2	Устный опрос №2
4	Алгоритмы сигнальной адаптации	2	Устный опрос №2
5	Адаптивное управление с компенсатором последовательного типа	7	Устный опрос №2

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 экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и задача (для проверки умений и навыков). Время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1
1. Постановка задачи оптимального управления динамическим объектом.
2. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
3. Построить функцию Ляпунова для уравнения: $\varphi(x) = 1.5x_1^2 + 3x_1x_2 + 8x_2^2$ нагрузки.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Сотников, В.В. Основы теории управления. Базовый курс: учебное пособие / В. В. Сотников, Л. Ф. Макарова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 155 с.
2. Фокин, А.Л. Синтез линейных дискретных и импульсных систем автоматического регулирования (методические указания) / А. Л. Фокин, О. А. Ремизова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 18 с.
3. Фокин, А.Л. Увеличение быстродействия систем стабилизации технологических процессов: методические указания/ А. Л. Фокин, О. А. Ремизова, И. В. Рудакова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 24 с.
4. Моделирование процесса полимеризации и управление при получении низкомолекулярного силоксанового каучука : методические указания / А. Л. Фокин [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 19 с.
5. Теория автоматического управления: учебник для / С. Е. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев [и др.]; – Москва: Высшая школа, 2009. – 567 с. – ISBN 978-5-06-006126.

б) электронные учебные издания:

1. 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.
2. Бобиков, А. И. Анализ и проектирование нелинейных систем управления : учебное пособие / А. И. Бобиков. — Рязань : Министерство образования и науки Российской Федерации Рязанский государственный радиотехнический университет, 2013. — 220 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167991> (дата обращения: 05.06.2021). — Режим доступа: по подписке.(дата обращения: 05.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

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

- Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.ti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Основания и фундаменты» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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 приходиться, 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 ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- РТС Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating);
- MatLab (Simulink);

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

<http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

<http://borovic.ru> - база патентов России.

<http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности

<http://gost-load.ru>- база ГОСТов.

<http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

<http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.

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

1. Для проведения занятий в интерактивной форме:
кафедра автоматизации процессов химической промышленности, аудитория №13.
190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение:

- специализированная мебель (30 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер;
2. Для проведения лабораторных занятий:
кафедра автоматизации процессов химической промышленности, лаборатория аудитория №18 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (24 посадочных места), доска, 12 компьютеров, сетевое оборудование;
 3. Для самостоятельной работы студентов:
кафедра автоматизации процессов химической промышленности, помещение для самостоятельной работы, аудитория №14 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (20 посадочных мест).

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Адаптивное и оптимальное управление»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-2	Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	промежуточный
ОПК-8	Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	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)
ОПК-2.2 Владеет математическим аппаратом, достаточным для построения оптимальных и адаптивных систем	Перечисляет основные методы анализа и синтеза автоматических систем (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-12 к экзамену	Перечисляет основные методы анализа и синтеза автоматических систем с ошибками	Перечисляет основные методы анализа и синтеза автоматических систем с небольшими ошибками	Перечисляет основные методы анализа и синтеза автоматических систем верно
	Умеет решать оптимальные и адаптивные задачи управления. (У-1)	Правильные ответы на вопросы №11-24 к экзамену	Решает оптимальные и адаптивные задачи управления с ошибками	Решает оптимальные и адаптивные задачи управления с подсказками преподавателя	Решает оптимальные и адаптивные задачи управления самостоятельно, верно
	Владеет методами анализа синтезируемых адаптивных систем управления (Н-1)	Правильные ответы на вопросы №25-32 к экзамену	Использует методы анализа синтезируемых адаптивных систем управления с ошибками	Использует методы анализа синтезируемых адаптивных систем управления с подсказками преподавателя	Использует методы анализа синтезируемых адаптивных систем управления качественно, верно,
ОПК-8.1 Применяет методы оптимизации и адаптивного управления для решения конкретных задач автоматизации	Знать: программное обеспечение для моделирования и решения задач оптимального и адаптивного управления технологическими процессами (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №33-39 к экзамену	Путается в перечислении программного обеспечения для моделирования и решения задач оптимального и адаптивного управления технологическими процессами, использует неуверенно	Перечисляет и использует программное обеспечение для моделирования и решения задач оптимального и адаптивного управления технологическими процессами с помощью преподавателя	Уверенно и без ошибок перечисляет и использует программное обеспечение для моделирования и решения задач оптимального и адаптивного управления технологическими процессами
	Уметь: использовать подходы к реализации проблемно-ориентированных методов при решении задач управления (У-2)	Правильные ответы на вопросы №40-53 к экзамену	Использует подходы к реализации проблемно-ориентированных методов при решении задач управления с ошибками	Использует подходы к реализации проблемно-ориентированных методов при решении задач управления с помощью подсказок преподавателя	Хорошо разбирается в основных подходах к реализации проблемно-ориентированных методов при решении задач управления
	Владеть: навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ (Н-2)	Правильные ответы на вопросы №54-67 к экзамену	Решает поставленные задачи программных пакетов для ЭВМ с ошибками	Решает поставленные задачи программных пакетов для ЭВМ с небольшими ошибками	Решает поставленные задачи программных пакетов для ЭВМ самостоятельно, верно

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-2:

1. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функции многих переменных.
2. Простой градиентный метод поиска экстремума функции.
3. Метод наискорейшего спуска.
4. Метод Ньютона.
5. Метод тяжелого шарика.
6. Метод сопряженных градиентов.
7. Метод Кифера-Вольфовица.
8. Метод Сакса.
9. Метод симплекс-планирования.
10. Решение системы линейных уравнений как задача поиска экстремума.
11. Идентификация на основе нейросетевых модельных структур.
12. Идентификация статического объекта.
13. Задачи планирования и оперативного управления в АСУТП. Виды ограничений.
14. Выпуклое и вогнутое программирование. Метод множителей Лагранжа.
15. Теорема Куна-Таккера.
16. Основные свойства задач линейного программирования.
17. Симплекс метод решения задач линейного программирования.
18. Начальное допустимое решение задачи линейного программирования при использовании симплекс метода. Понятие M-задачи.
19. Сведение задачи нелинейного программирования к задаче линейного программирования.
20. Приведение билинейной задачи к задаче линейного программирования.
21. Метод Эрроу-Гурвица-Удзава для решения задач нелинейного программирования.
22. Метод внутренней точки для решения задач нелинейного программирования.
23. Метод внешней точки для решения задач нелинейного программирования.
24. Метод квадратичного штрафа. Использование модифицированной функции Лагранжа.
25. Оперативное управление процессом приготовления сырьевой смеси.
26. Необходимое условие оптимальности для задач нелинейного программирования.
27. Дискретная модель непрерывной линейной динамической системы.
28. Оптимальное управление линейным дискретным объектом.
29. Принцип оптимальности Беллмана. Динамическое программирование.
30. Функция Беллмана-Ляпунова и ее использование для решения задачи динамического программирования.
31. Принцип максимума Л. С. Понтрягина.
32. Доказательство принципа максимума Л. С. Понтрягина.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-8:

33. Задача максимального быстродействия для непрерывного линейного динамического объекта.
34. Использование принципа максимума для решения задач оптимизации линейной системы с квадратичным интегральным критерием качества.
35. Задача терминального управления для линейного непрерывного объекта.
36. Получение уравнения Беллмана для непрерывной задачи оптимального управления.
37. Оптимальное управление линейным дискретным объектом.
38. Принцип оптимальности Беллмана. Динамическое программирование.
39. Функция Беллмана-Ляпунова и ее использование для решения задачи динамического программирования.

40. Решение линейно-квадратичной дискретной задачи оптимального управления методом динамического программирования.
41. Постановка задачи адаптивного управления.
42. Структура и классификация адаптивных систем управления.
43. Методика решения задач адаптивного управления.
44. Адаптивное управление по состоянию и по выходу.
45. Метод скоростного градиента.
46. Робастность систем скоростного градиента.
47. Параметрическая адаптация по состоянию с явной эталонной моделью.
48. Сигнальная адаптация по состоянию с явной эталонной моделью.
49. Сигнально-параметрическая адаптация по состоянию с явной эталонной моделью.
50. Параметрическая адаптация по состоянию с неявной эталонной моделью.
51. Сигнально-параметрическая адаптация по состоянию с неявной эталонной моделью.
52. Методы непосредственной компенсации.
53. Итеративные процедуры синтеза при управлении по состоянию.
54. Адаптивное управление по выходу.
55. Адаптивное управление по выходу линейным объектом с относительной степенью равной единице.
56. Адаптивное управление и робастность системы.
57. Адаптивная идентификация.
58. Задача идентификации в нормальном режиме работы системы.
59. Вырождаемость задачи идентификации.
60. Декомпозиция информационной матрицы алгоритма идентификации.
61. Условие постоянного возбуждения.
62. Идентификация и модель для получения оценки.
63. Использование градиентного алгоритма при идентификации.
64. Использование метода наименьших квадратов при идентификации.
65. Метод наименьших квадратов с экспоненциальной потерей памяти.
66. Адаптивное управление механическими системами.
67. Управление энергией механической системы.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше, и задачу.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).