



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной физики, электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Адаптивные и оптимальные системы

направление подготовки/специальность 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Электрохозяйство зданий и сооружений

Форма обучения очная

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

формирование у студентов теоретических и практических знаний в области современной теории адаптивного и оптимального управления, обучение студентов основным методам, позволяющим описывать, анализировать, синтезировать и моделировать системы адаптивного (АдСУ) и оптимального управления, а также развитие у студентов практических навыков по решению конкретных задач, связанных с эксплуатацией, настройкой и разработкой систем и устройств адаптивного и оптимального управления.

привитие студенту определенного, предусмотренного государственным стандартом и учебной программой комплекса знаний и умений в области теории адаптивного и оптимального управления, позволяющих ему участвовать во всех фазах исследования: описания объекта управления, анализа качества управления, синтеза законов управления; проектирования, разработки, изготовления и эксплуатации средств и систем управления; организации процесса разработки и производства элементов и систем адаптивного и оптимального управления, построение математических моделей электротехнических систем; исследования их устойчивости, моделирования систем адаптивного и оптимального управления с применением современных компьютерных технологий

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК-1 Способен участвовать в научно-исследовательской работе в области электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений	ПК-1.1 Формулирует цели и задачи исследования	знает основные принципы и концепции построения и функционирования систем адаптивного и оптимального управления. умеет разрабатывать математические модели электротехнических и электромеханических адаптивных систем. владеет навыками применения современных методов адаптивного и оптимального управления.
ПК-1 Способен участвовать в научно-исследовательской работе в области электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений	ПК-1.2 Составляет план исследования	знает методы определения статических и динамических характеристик систем адаптивного и оптимального управления в лабораторных условиях и при их технической реализации. умеет выполнять имитационное моделирование систем адаптивного и оптимального управления на компьютере. владеет навыками эксплуатации типовой квалифицированной адаптивных регуляторов и систем оптимального управления при нелинейности и неопределенности параметров электротехнических и электроэнергетических систем.

ПК-4 Способен разрабатывать управляющие программы для систем регулирования, проектировать новые автоматизированные системы управления	ПК-4.1 Обосновывает достоинства и недостатки разных концепций построения систем автоматизации управления зданиями и сооружениями	<p>знает методы анализа и синтеза систем адаптивного и оптимального управления для регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем.</p> <p>умеет выполнять параметрический синтез систем управления электротехническими объектами.</p> <p>владеет навыками применения современных методов определения статических и динамических характеристик систем адаптивного и оптимального управления в лабораторных условиях и при их технической реализации.</p>
---	--	--

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.2.09 основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Моделирование элементов и систем электроснабжения объектов стройиндустрии	ПК-1.3, ПК-2.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2
2	Умный дом	ПК-2.2, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.2

Моделирование элементов и систем электроснабжения объектов стройиндустрии
 знать схемы электроснабжения промышленных установок; схемы и конструктивное исполнение главных понизительных подстанций.

уметь рассчитывать электрические нагрузки, выбирать схемы электроснабжения; рассчитывать мощность электрооборудования; осуществлять меры по электробезопасности промышленного оборудования.

владеть навыками работы с учебной литературой; навыками работы с прикладными программами при анализе и моделировании элементов и систем электроснабжения объектов стройиндустрии.

Умный дом

знать компьютерные технологии в области управления подсистемами зданий, методы анализа различных вариантов, разработки и поиска компромиссных решений.

уметь разрабатывать управляющие программы для систем управления

владеть навыками работы с программным обеспечением

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-------	------------------------	--

1.1.	Общие положения. Обобщенная структурная схема. Классификация. Самонастраивающиеся и поисковые системы. Принципы построения непрерывных беспойсковых самонастраивающихся систем	3	2	2				10	14	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
1.2.	Методы синтеза непрерывных адаптивных систем управления	3	2	2				10	14	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
1.3.	Применение второго метода А.М. Ляпунова для синтеза адаптивных алгоритмов	3	2	2				12	16	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
2.	2 раздел. Теория дискретных адаптивных СУ									
2.1.	Математические модели дискретных систем в виде передаточных функций и дискретных разностных уравнений	3	2	2				10	14	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
2.2.	Пример построения адаптивного алгоритма управления для дискретного технологического процесса	3	2	2				10	14	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
3.	3 раздел. Теория оптимальных СУ									
3.1.	Постановка задачи, классификация. Примеры постановки задач оптимального управления. Метод множителей Лагранжа. Принцип максимума Л.С. Понтрягина	3	2	2				10	14	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
3.2.	Линейно-квадратичные задачи оптимального управления	3	2	2				12,7 5	16,75	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
3.3.	Метод динамического программирования Р. Беллмана и его применение к оптимизации траектории манипуляционного робота	3	2	2				9	13	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
4.	4 раздел. Иная контактная работа									
4.1.	Курсовая работа	3							1,25	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1
5.	5 раздел. Контроль									
5.1.	Экзамен	3							27	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Общие положения. Обобщенная структурная схема. Классификация. Самонастраивающиеся и поисковые системы. Принципы построения непрерывных беспойсковых самонастраивающихся систем	Сведения об историческом развитии теории и практики адаптивных СУ. Литература и методика изучения дисциплины. Общие положения. Обобщенная структурная схема. Классификация. Самонастраивающиеся и поисковые системы. Принципы построения непрерывных беспойсковых самонастраивающихся систем (эталонные модели, идентификация, инвариантность). Основные принципы и концепции построения и функционирования систем адаптивного и оптимального управления
2	Методы синтеза непрерывных адаптивных систем управления	Методы синтеза непрерывных адаптивных систем управления. Алгоритм адаптивного управления для непрерывной системы с эталонной моделью в виде передаточной функции на базе градиентного метода. Метод скоростного градиента. Пример Паркса для системы, заданной передаточными функциями Основные принципы и концепции построения и функционирования систем адаптивного и оптимального управления
3	Применение второго метода А.М. Ляпунова для синтеза адаптивных алгоритмов	Применение второго метода А.М. Ляпунова для синтеза адаптивных алгоритмов. Алгоритм адаптации сигнального типа для многомерного нестационарного объекта. Матричное уравнение Ляпунова. Условие согласованности Эрцбергера для эталонной модели и объекта. Скользящие режимы работы САУ. Структурная схема адаптивной системы. Алгоритм адаптации параметрического типа для многомерных электромеханических объектов Основные принципы и концепции построения и функционирования систем адаптивного и оптимального управления
4	Математические модели дискретных систем в виде передаточных функций и дискретных разностных уравнений	Основные определения дискретных СУ. Дискретное преобразование Лапласа. Основы Z-преобразования. Вычисление передаточных функций для цепи с импульсным элементом на входе и последовательным соединением непрерывных звеньев; с ИЭ на входе и параллельным соединением непрерывных звеньев. Передаточная функция последовательно соединенных импульсных цепей с последовательным соединением непрерывных звеньев. Передаточная функция замкнутой САУ с ИЭ на входе и в цепи обратной связи. Линейные разностные уравнения для описания дискретных СУ. Устойчивость дискретных СУ Методы анализа и синтеза систем адаптивного управления для регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем
5	Пример построения адаптивного алгоритма управления для дискретного технологического процесса	Пример построения адаптивного алгоритма управления для дискретного технологического процесса. Методы анализа и синтеза систем адаптивного управления для регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем
6	Постановка задачи, классификация.	Постановка задачи, классификация. Примеры постановки задач оптимального управления. Метод множителей Лагранжа. Принцип

	Примеры постановки задач оптимального управления. Метод множителей Лагранжа. Принцип максимума Л.С. Понтрягина	максимума Л.С. Понтрягина Принципы и концепции построения и функционирования систем оптимального управления
7	Линейно-квадратичные задачи оптимального управления	Линейно-квадратичные задачи оптимального управления. Принципы и концепции построения и функционирования систем оптимального управления
8	Метод динамического программирования Р. Беллмана и его применение к оптимизации траектории манипуляционного робота	Метод динамического программирования Р. Беллмана. Описание метода, пример расчета оптимальной траектории с помощью метода динамического программирования (для манипуляционного робота). Принципы и концепции построения и функционирования систем оптимального управления

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Общие положения. Обобщенная структурная схема. Классификация. Самонастраивающиеся и поисковые системы. Принципы построения непрерывных беспойсковых самонастраивающихся систем	Расчет адаптивного управления параметрического типа для линейной стационарной системы с неопределенными коэффициентами Разработка математической модели электротехнических и электромеханических систем
2	Методы синтеза непрерывных адаптивных систем управления	Расчет адаптивного управления сигнального типа для линейной стационарной системы с неопределенными коэффициентами Разработка математической модели электротехнических и электромеханических систем
3	Применение второго метода А.М. Ляпунова для синтеза адаптивных алгоритмов	Решение матричных уравнений А.М. Ляпунова для систем 2-го и 3-го порядка Проверка условий согласованности Эрцбергера для эталонной модели и объекта для систем 3-го порядка. Разработка математической модели электротехнических и электромеханических систем
4	Математические модели дискретных систем в виде передаточных функций и дискретных разностных уравнений	Определение устойчивости линейных дискретных СУ по корням характеристического уравнения Определение устойчивости линейных дискретных СУ по критерию Гурвица для дискретных систем Переход от дискретных разностных уравнений n-го порядка к системе из n дискретных разностных уравнений первого порядка Анализ устойчивости и качества систем адаптивного и оптимального управления
5	Пример построения	Расчет адаптивного управления для дискретной линейной

	адаптивного алгоритма управления для дискретного технологического процесса	стационарной системы с неопределенными коэффициентами с помощью градиентного метода Анализ устойчивости и качества систем адаптивного и оптимального управления
6	Постановка задачи, классификация. Примеры постановки задач оптимального управления. Метод множителей Лагранжа. Принцип максимума Л.С. Понтрягина	Расчет оптимального по быстродействию управления, обеспечивающего достижение заданной скорости при ограниченной силе Параметрический синтез систем оптимального управления электротехническими объектами
7	Линейно-квадратичные задачи оптимального управления	Решение матричных уравнений Риккати для систем 2-го порядка. Выполнение тестов. Параметрический синтез систем оптимального управления электротехническими объектами
8	Метод динамического программирования Р. Беллмана и его применение к оптимизации траектории манипуляционного робота	Составление графа состояний и расчет оптимальных по быстродействию траекторий методом динамического программирования. Выполнение тестов. Параметрический синтез систем оптимального управления электротехническими объектами

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Общие положения. Обобщенная структурная схема. Классификация. Самонастраивающиеся и поисковые системы. Принципы построения непрерывных беспойсковых самонастраивающихся систем	Освоение теоретического материала Отчет по ПЗ №1. Подготовка курсовой работы. Методы современной теории адаптивного и оптимального управления
2	Методы синтеза непрерывных адаптивных систем управления	Освоение теоретического материала. Отчет по ПЗ №2. Подготовка конспекта. Подготовка курсовой работы. Подготовка к тесту. Математический аппарат теории управления
3	Применение второго метода А.М. Ляпунова для синтеза адаптивных алгоритмов	Освоение теоретического материала. Отчет по ПЗ №3, 4. Выполнение и подготовка к защите курсовой работы по адаптивным СУ Математический аппарат теории управления
4	Математические модели дискретных систем в виде	Освоение теоретического материала. Отчет по ПЗ. Оформление конспекта. Подготовка отчета по КР. Подготовка к тестированию. Эксплуатация типовых адаптивных регуляторов и систем

	передаточных функций и дискретных разностных уравнений	оптимального управления при нелинейности и неопределенности параметров электротехнических и электроэнергетических систем
5	Пример построения адаптивного алгоритма управления для дискретного технологического процесса	Освоение теоретического материала. Отчет по ПЗ. Подготовка к тесту. Эксплуатация типовых адаптивных регуляторов и систем оптимального управления при нелинейности и неопределенности параметров электротехнических и электроэнергетических систем
6	Постановка задачи, классификация. Примеры постановки задач оптимального управления. Метод множителей Лагранжа. Принцип максимума Л.С. Понтрягина	Освоение теоретического материала Отчет по ПЗ. Подготовка отчета по курсовой работе. Методы современной теории адаптивного и оптимального управления
7	Линейно-квадратичные задачи оптимального управления	Освоение теоретического материала. Подготовка к тесту. Подготовка отчета по курсовой работе. Методы современной теории адаптивного и оптимального управления
8	Метод динамического программирования Р. Беллмана и его применение к оптимизации траектории манипуляционного робота	Освоение теоретического материала. Подготовка к тесту. Подготовка к защите курсовой работы. Методы современной теории адаптивного и оптимального управления

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка курсовой работы;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям, в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;

выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;

ознакомиться с методическими рекомендациями к выполнению практических работ;

подготовить отчеты по выполненным практическим работам;

подготовиться к защите курсовой работы;

подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины являются экзамен в 3-м семестре. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения экзамена – устная. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Общие положения. Обобщенная структурная схема. Классификация. Самонастраивающиеся и поисковые системы. Принципы построения непрерывных беспоисковых самонастраивающихся систем	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Устный опрос. Тесты.
2	Методы синтеза непрерывных адаптивных систем управления	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Устный опрос. Тесты.
3	Применение второго метода А.М. Ляпунова для синтеза адаптивных алгоритмов	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Устный опрос. Тесты.
4	Математические модели дискретных систем в виде передаточных функций и	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Устный опрос. Тесты.

	дискретных разностных уравнений		
5	Пример построения адаптивного алгоритма управления для дискретного технологического процесса	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Устный опрос. Тесты.
6	Постановка задачи, классификация. Примеры постановки задач оптимального управления. Метод множителей Лагранжа. Принцип максимума Л.С. Понтрягина	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Устный опрос. Тесты
7	Линейно-квадратичные задачи оптимального управления	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Устный опрос. Тесты
8	Метод динамического программирования Р. Беллмана и его применение к оптимизации траектории манипуляционного робота	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Устный опрос. Тесты
9	Курсовая работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Теоретические вопросы.
10	Экзамен	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1	Теоретические вопросы

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-4.1 тестовые задания находятся по адресу

<https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=303>

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

Оценка «отлично» (зачтено)	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
----------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-

4.1.

1. Сравнительный анализ свойств сходимости для адаптивных систем (устойчивость по А.М.Ляпунову, асимптотическая устойчивость, экспоненциальная устойчивость, диссипативность).
2. Матричное уравнение А.М. Ляпунова для матрицы эталонной модели адаптивной системы Ам. Пример решения уравнения.
3. Задачи оптимального управления для электромеханических систем.
4. Особенности задачи управления, обуславливающие целесообразность применения адаптивного подхода.
5. Адаптивные системы управления. Основные понятия и определения. Обобщенная структура, классификация.
6. Дискретные САУ: основные определения (релейные, импульсные и цифровые ДСАУ).
7. Пример адаптивной системы управления для дискретного химико-технологического процесса.
8. Постановка задачи оптимального управления.
9. Алгоритм адаптивного управления для непрерывной системы с эталонной моделью в виде передаточной функции.
10. Пример адаптивной системы управления (пример Паркса)
11. Алгоритм сигнальной адаптации для линейной нестационарной системы с эталонной моделью.
12. Алгоритм параметрической адаптации для линейной нестационарной системы с эталонной моделью.
13. Выбор динамики эталонной модели в адаптивной системе управления.
14. Принцип максимума.
15. Линейно-квадратичные задачи. Уравнение Риккати.
16. Оптимизация: задача динамического программирования. Пример решения.
17. Применение компьютерных технологий для исследования адаптивных систем (SIAM, SIMULINK).
18. Дискретные разностные уравнения для описания дискретных адаптивных систем. Пример перехода от дискретного разностного уравнения n -го порядка к системе из n дискретных разностных уравнений первого порядка.
19. Алгебраические и частотные критерии устойчивости для дискретных систем.
20. Примеры электромеханических и электрических систем, адекватно описываемых нестационарными уравнениями.
21. Примеры электромеханических и электрических систем, адекватно описываемых нелинейными уравнениями.
22. Примеры электромеханических и электрических систем, адекватно описываемых линейными уравнениями с неопределенными коэффициентами.
23. Матричное уравнение А.М. Ляпунова для матрицы эталонной модели Ам. Пример решения.
24. Условия структурной согласованности эталонной модели и объекта (условия Эрцбергера). Пример.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-

4.1.

Практические задания размещены на портале дистанционного обучения СПб ГАСУ по адресу <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=303>

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Методические указания по выполнению курсовой работы размещены в среде дистанционного обучения Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=303>.

Наименование курсовой работы:

«Расчёт адаптивной системы регулирования скорости электропривода».

Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием каждому студенту, для чего предусмотрено 10 вариантов параметров исходного объекта и 3 варианта структуры АдСУ с двумя вариантами эталонных моделей.

Проектирование является важным этапом при создании систем адаптивного управления (АдСУ).

Качество проектирования в значительной степени определяет качество работы АдСУ. Поэтому основной задачей курсовой работы является развитие навыков

самостоятельного творческого поиска при создании современных АдСУ для электроприводов (ЭП) и ознакомление с основными этапами проектирования подобных систем.

На основании проведенных расчетов выполняется компьютерное моделирование синтезированной системы и осуществляется расчет показателей качества.

Курсовая работа должна содержать расчетно-пояснительную записку на листах формата А4 (297x210 мм) и графический материал. Записку и рисунки необходимо выполнять на компьютере.

Оформление титульного листа записки приведено в Приложении.

В тексте расчетно-пояснительной записки должны быть ссылки на литературу, из которой заимствованы методы расчета, формулы и т.п.

Выводы по работе и список литературы приводятся в конце записки.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим

порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса, дополнительно выдается практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций.

Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 40 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Гайдук А. Р., Плаксиенко Е. А., Адаптивные системы управления, Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018	http://www.iprbookshop.ru/87697.html
2	Резниченко В. В., Томчина О. П., Шарякова О. Л., Линейные системы автоматического управления, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016	http://www.iprbookshop.ru/74334.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Резниченко В. В., Томчина О. П., Шарякова О. Л., Линейные системы автоматического управления, СПб., 2016	http://ntb.spbgasu.ru/elib/00794/
2	Федотов А. В., Основы теории автоматического управления, Омск: Омский государственный технический университет, 2012	http://www.iprbookshop.ru/37832.html
3	Целых А. Н., Целых Л. А., Барковский С. А., Адаптивные информационные системы для поддержки принятия решений, Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018	https://www.iprbookshop.ru/87696.html
4	Тяжев А. И., Теория автоматического управления, Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016	http://www.iprbookshop.ru/71889.html
1	Томчина О. П., Шарякова О. Л., Теория адаптивного управления, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015	http://www.iprbookshop.ru/58542.html
2	Музылева И. В., Муравьев А. А., Теория автоматического управления. Линейные системы, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013	http://www.iprbookshop.ru/22938.html

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Первозванский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 624 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/68460 .	https://e.lanbook.com/book/68460 .

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
71. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
71. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
71. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.