

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Бурковский А.В.

«31» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Теория интеллектуальных систем управления»

Направление подготовки 27.04.04 "Управление в технических системах"

Профиль "Теория систем управления", "Управление процессами ресурсообеспечения атомных электростанций"

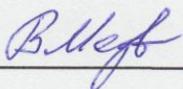
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

 / В.А. Медведев /

Заведующий кафедрой
Электропривода, автоматике
и управления в технических
системах

 / В.Л. Бурковский /

Руководитель ОПОП

 / В.Л. Бурковский /

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Обеспечение базовой подготовки студентов в области интеллектуальных систем управления, а также формирование у студентов способности понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; способности использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры; способности самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области; способности к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов; способности выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- приобрести знания об основных принципах построения интеллектуальных систем управления;
- освоить теорию нечетких множеств, правила выполнения логических операций над нечеткими множествами, алгоритмы поиска решения в совокупности нечетких множеств;
- изучить структуру и математические модели нейрона, персептрона, однослойных и многослойных нейронных сетей;
- овладеть методами синтеза алгоритмов интеллектуального управления объектами разнообразного назначения;
- получить навыки применения современных программных средств для исследования интеллектуальных систем управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория интеллектуальных систем управления» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теория интеллектуальных систем управления» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

ОПК-2 - Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

ОПК-4 - Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

ПК-4 - Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов;

ПК-8 - Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать: основные проблемы в области интеллектуальных систем управления;
	уметь: выбирать методы и средства решения проблем в области интеллектуальных технологий;
	владеть: приемами решения проблем в области интеллектуальных систем управления.
ОПК-2	знать: основное содержание дисциплин программы магистратуры, связанных с управлением техническими системами;
	уметь: использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры при управлении многостепенными объектами;
	владеть: навыками применения полученных в магистратуре знаний для разработки и исследования интеллектуальных систем управления.
ОПК-4	знать: особенности и принципы построения интеллектуальных систем управления техническими системами;
	уметь: самостоятельно приобретать и использовать в своей практической деятельности новые знания и умения в области нечеткой логики и нейронных сетей;
	владеть: способностью применять приобретенные знания для синтеза интеллектуальных систем управления с нечеткими и нейросетевыми регуляторами.
ПК-4	знать: основы организации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования;
	уметь: разрабатывать компьютерные модели интеллектуальных систем с применением современных методов и программных средств;
	владеть: навыками проведения исследований интеллектуальных систем управления с нечеткими и нейросетевыми регуляторами.
ПК-8	знать: основные способы разработки алгоритмов решения задач интеллектуального управления в технических системах;
	уметь: выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с помощью нечетких и нейросетевых регуляторов;
	владеть: методами синтеза алгоритмов интеллектуального управления объектами разнообразного назначения.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория интеллектуальных систем управления» составляет 5 зачетных единиц.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	52	52
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	83	83
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	45	45
Вид промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость	180	180
час	180	180
зач. е.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц.	Прак. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1 семестр							
1	Принципы построения интеллектуальных систем управления	Основные понятия теории искусственного интеллекта. Структура и функции интеллектуальной системы управления.	2	4	-	11	17
2	Системы с нечёткими алгоритмами управления	Функции принадлежности, нечеткие множества и логические операции над ними. Фаззи-управление. Нечеткое управление исполнительными приводами и манипуляторами роботов.	6	6	8	23	43
3	Нейросетевые технологии управления и принятия решений	Нейроны и нейронные сети. Персептроны. Сети с обратными связями. Реализация нейронных сетей. Системы управления роботами на основе нейросетевых технологий.	8	6	8	35	57

4	Эволюционные алгоритмы интеллектуальных систем	Особенности эволюционных алгоритмов. Задачи, решаемые с помощью генетических алгоритмов. Принцип и порядок работы генетического алгоритма.	2	2	–	14	18
Итого			18	18	16	83	135

5.2. Перечень лабораторных работ

1. Нечеткое управление исполнительным приводом робота.
2. Нечеткое управление манипулятором.
3. Исследование элементов нейронной сети.
4. Исследование нейронной сети в пакете MATLAB.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 1 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Разработка и моделирование интеллектуальной системы управления с нечетким регулятором».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- разработка математической модели объекта управления; определение числа входов и выходов нечеткого регулятора;
- разработка структурной схемы интеллектуальной системы управления с нечетким регулятором;
- выбор входных и выходных лингвистических переменных, составление функций принадлежности и определение их параметров;
- формирование базы знаний, состоящей из правил нечеткого вывода, связывающих входные и выходные лингвистические переменные;
- разработка модели интеллектуальной системы управления с нечетким регулятором;
- формирование и исследование модели интеллектуальной системы управления с нечетким регулятором.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1. Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
1	2	3	4	5
ОПК-1	знать: основные проблемы в области интеллектуальных систем управления	Системность знаний об основных проблемах в области интеллектуальных систем управления	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: выбирать методы и средства решения проблем в области интеллектуальных технологий	Степень самостоятельности выбора методов и средств решения проблем в области интеллектуальных технологий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: приемами решения проблем в области интеллектуальных систем управления	Готовность к решению проблем в области интеллектуальных систем управления	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-2	знать: основное содержание дисциплин программы магистратуры, связанных с управлением техническими системами	Полнота знания дисциплин программы магистратуры, связанных с управлением техническими системами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры при управлении многостепенными объектами	Осознанность использования результатов освоения дисциплин программы магистратуры при управлении многостепенными объектами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: навыками применения полученных в магистратуре знаний для разработки и исследования интеллектуальных систем управления	Высокий уровень самостоятельности при разработке и исследовании интеллектуальных систем управления	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-4	знать: особенности и принципы построения интеллектуальных систем управления техническими системами	Системность знаний об особенностях и принципах построения интеллектуальных систем управления техническими системами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: самостоятельно приобретать и использовать в своей практической деятельности новые знания и умения в области нечеткой логики и нейронных сетей	Степень самостоятельности приобретения и использования в своей практической деятельности новых знаний и умений в области нечеткой логики и нейронных сетей	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: способностью применять приобретенные знания для синтеза интеллектуальных систем управления с нечеткими и нейросетевыми регуляторами	Готовность к применению приобретенных знаний для синтеза интеллектуальных систем управления с нечеткими и нейросетевыми регуляторами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать: основы организации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования	Полнота знания об основах организации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

1	2	3	4	5
	уметь: разрабатывать компьютерные модели интеллектуальных систем с применением современных методов и программных средств	Осознанность разработки компьютерных моделей интеллектуальных систем с применением современных методов и программных средств	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: навыками проведения исследований интеллектуальных систем управления с нечеткими и нейросетевыми регуляторами	Высокий уровень самостоятельности при проведении исследований интеллектуальных систем управления с нечеткими и нейросетевыми регуляторами	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-8	знать: основные способы разработки алгоритмов решения задач интеллектуального управления в технических системах	Системность знаний об основных способах разработки алгоритмов решения задач интеллектуального управления в технических системах	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с помощью нечетких и нейросетевых регуляторов	Степень самостоятельности при выборе методов и разработке алгоритмов решения задач управления с помощью нечетких и нейросетевых регуляторов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: методами синтеза алгоритмов интеллектуального управления объектами разнообразного назначения	Готовность к синтезу алгоритмов интеллектуального управления объектами разнообразного назначения	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в первом семестре по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать: основные проблемы в области интеллектуальных систем управления	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: выбирать методы и средства решения проблем в области интеллектуальных технологий	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

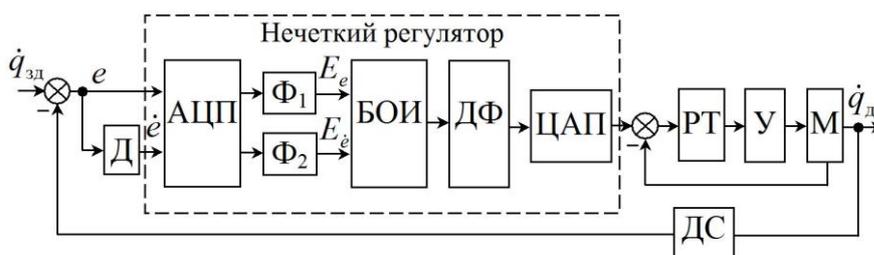
	владеть: приемами решения проблем в области интеллектуальных систем управления	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-2	знать: основное содержание дисциплин программы магистратуры, связанных с управлением техническими системами	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры при управлении многостепенными объектами	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: навыками применения полученных в магистратуре знаний для разработки и исследования интеллектуальных систем управления	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-4	знать: особенности и принципы построения интеллектуальных систем управления техническими системами	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: самостоятельно приобретать и использовать в своей практической деятельности новые знания и умения в области нечеткой логики и нейронных сетей	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: способностью применять приобретенные знания для синтеза интеллектуальных систем управления с нечеткими и нейросетевыми регуляторами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать: основы организации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: разрабатывать компьютерные модели интеллектуальных систем с применением современных методов и программных средств	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	владеть: навыками проведения исследований интеллектуальных систем управления с нечеткими и нейросетевыми регуляторами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-8	знать: основные способы разработки алгоритмов решения задач интеллектуального управления в технических системах	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления с помощью нечетких и нейросетевых регуляторов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: управлением проектом на всех этапах его жизненного цикла	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Задание 1



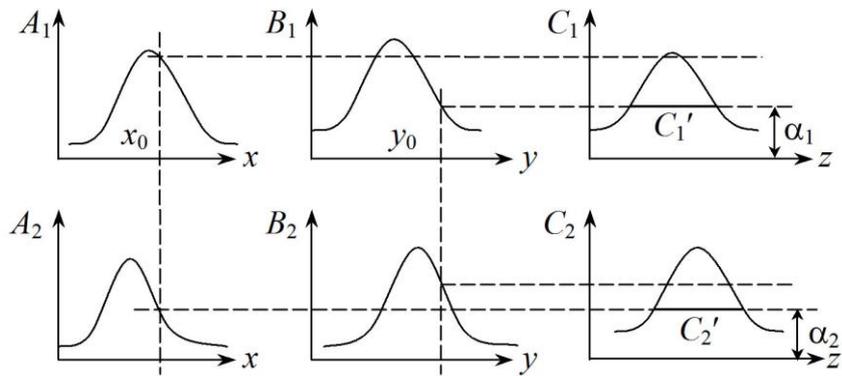
Отметьте правильный ответ.

Аббревиатурой ДФ на рисунке обозначен:

- 1) дифференциатор;
- 2) детектор фазы;
- 3) дефаззификатор;
- 4) датчик фазовый.

Задание 2

Отметьте правильный ответ

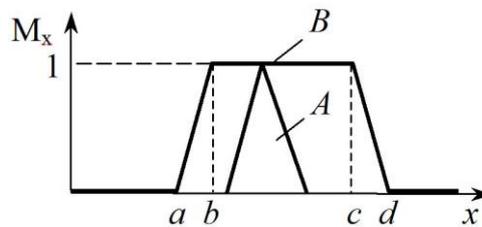


Величина α_1 определяется из выражения:

- 1) $\alpha_1 = A_1(x_0) \vee B_1(y_0)$;
- 2) $\alpha_1 = A_1(x_0) \wedge B_1(y_0)$;
- 3) $\alpha_1 = B_1(y_0) \vee B_2(y_0)$;
- 4) $\alpha_1 = B_1(y_0) \wedge B_2(y_0)$.

Задание 3

Отметьте правильный ответ

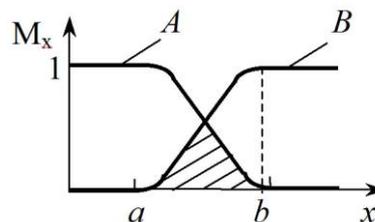


Нечеткое множество A :

- 1) доминирует нечеткое множество B ;
- 2) содержится в нечетком множестве B ;
- 3) дополняет нечеткое множество B ;
- 4) объединяется с нечетким множеством B .

Задание 4

Отметьте правильный ответ

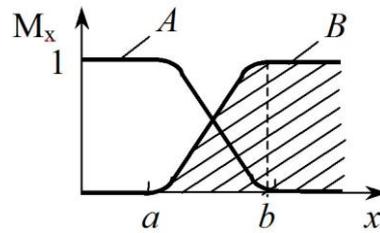


Заштрихованная на рисунке область соответствует операции:

- 1) $M_{AB} = M_A \wedge M_B$;
- 2) $M_{AB} = M_A \vee M_B$;
- 3) $B = \bar{A}$;
- 4) $A = \bar{B}$.

Задание 5

Отметьте правильный ответ



Заштрихованная область на рисунке соответствует результату операции:

- 1) пересечения;
- 2) объединения;
- 3) дополнения;
- 4) доминирования.

Задание 6

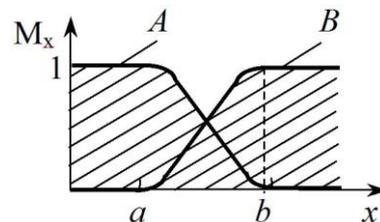
Отметьте правильный ответ.

На этапе дефаззификации значение выходного параметра по методу центра тяжести вычисляется из выражения:

- 1) $Z_0 = \frac{\int z dz}{\int C(z) dz}$;
- 2) $Z_0 = \frac{\int C(z) z dz}{\int dz}$;
- 3) $Z_0 = \frac{\int C(z) dz}{\int C(z) dz}$;
- 4) $Z_0 = \frac{\int C(z) z dz}{\int C(z) dz}$.

Задание 7

Отметьте правильный ответ.

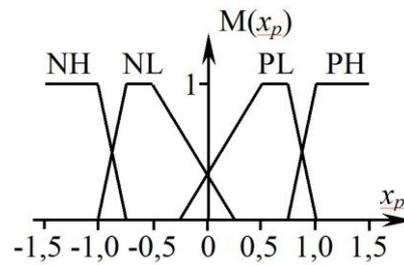


Заштрихованная область на рисунке получена:

- 1) путем пересечения Z-образной и S-образной функций принадлежности;
- 2) путем пересечения треугольной и S-образной функций принадлежности;
- 3) путем объединения Z-образной и S-образной функций принадлежности;
- 4) путем пересечения трапецеидальной и S-образной функций принадлежности.

Задание 8

Отметьте правильный ответ.

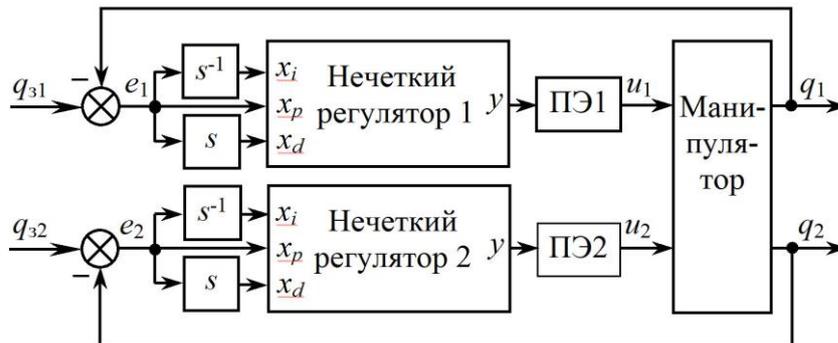


На рисунке лингвистическая переменная "отрицательное малое" представлена:

- 1) Z-образной функцией принадлежности;
- 2) треугольной функцией принадлежности;
- 3) S-образной функцией принадлежности;
- 4) трапецеидальной функцией принадлежности.

Задание 9

Отметьте правильный ответ.



Аббревиатурой ПЭ1 на рисунке обозначен:

- 1) пороговый элемент;
- 2) преобразователь энергии;
- 3) приводной элемент;
- 4) передаточная функция экстраполятора.

Задание 10

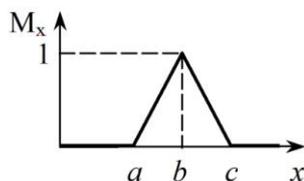
Отметьте правильный ответ.

На этапе композиции итоговая функция принадлежности определяется как операция:

- 1) $C = C_1' \vee C_2'$;
- 2) $C = C_1' \wedge C_2'$;
- 3) $C = C_1' \subset C_2'$;
- 4) $C = C_1' C_2'$.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание 1

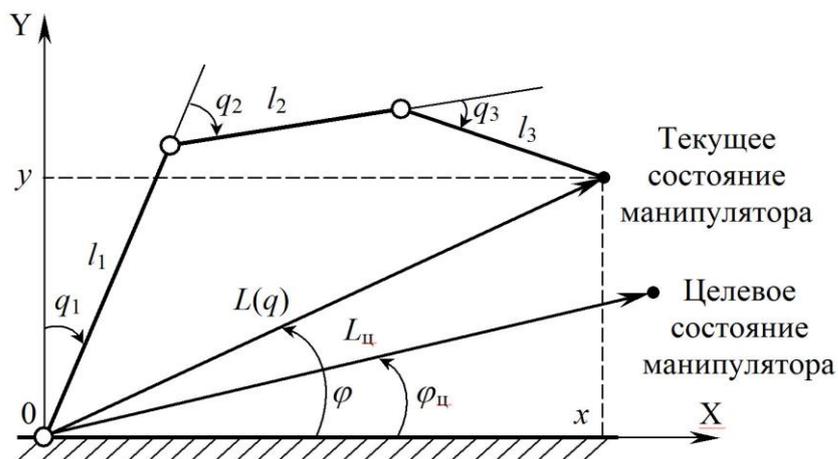


Получить выражение для определения функции принадлежности на участке $a \leq x \leq b$.

Варианты ответов:

- 1) $M_x = \frac{x}{b-a}$;
- 2) $M_x = \frac{x-a}{b-a}$;
- 3) $M_x = \frac{b-a}{x-a}$;
- 4) $M_x = \frac{x-a}{b}$.

Задание 2

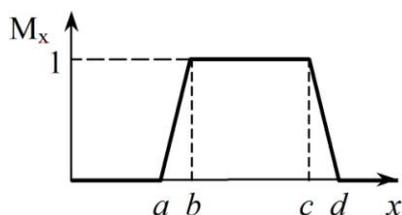


Получить выражение для определения координаты x схвата.

Варианты ответов:

- 1) $x = l_1 \cos q_1 + l_2 \cos (q_1 + q_2) + l_3 \cos (q_1 + q_2 + q_3)$;
- 2) $x = l_1 \sin q_1 + l_2 \sin (q_1 + q_2) + l_3 \sin (q_1 + q_2 + q_3)$;
- 3) $x = l_1 \sin q_1 + l_2 \sin q_2 + l_3 \sin q_3$;
- 4) $x = l_1 \cos q_1 + l_2 \cos q_2 + l_3 \cos q_3$.

Задание 3



Получить выражение для определения функции принадлежности на участке $c \leq x \leq d$.

Варианты ответов:

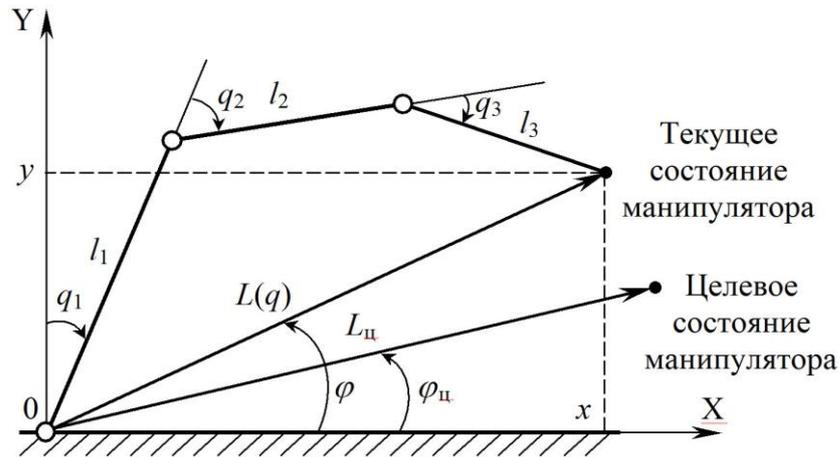
$$1) M_x = \frac{d}{d-c};$$

$$2) M_x = \frac{d-c}{d-x};$$

$$3) M_x = \frac{x}{d-c};$$

$$4) M_x = \frac{d-x}{d-c}.$$

Задание 4



Получить выражение для определения координаты y схвата.

Варианты ответов:

$$1) y = l_1 \sin q_1 + l_2 \sin q_2 + l_3 \sin q_3;$$

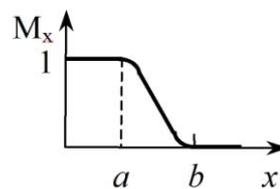
$$2) y = l_1 \cos q_1 + l_2 \cos q_2 + l_3 \cos q_3.$$

$$3) y = l_1 \cos q_1 + l_2 \cos (q_1 + q_2) + l_3 \cos (q_1 + q_2 + q_3);$$

$$4) y = l_1 \sin q_1 + l_2 \sin (q_1 + q_2) + l_3 \sin (q_1 + q_2 + q_3).$$

Задание 5

Получить выражение для определения функции принадлежности на участке $a \leq x \leq b$.



Варианты ответов:

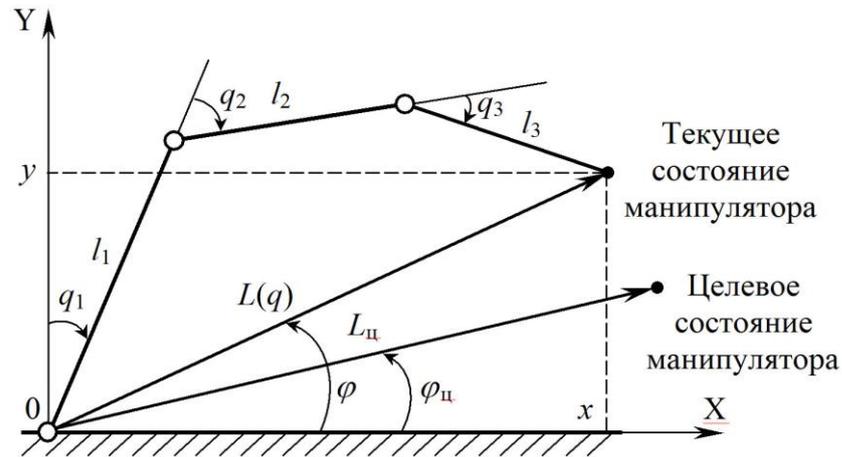
$$1) M_x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin\left(\frac{x-a}{b-a} \pi\right);$$

$$2) M_x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x}{b-a} \pi\right);$$

$$3) M_x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{b-a}{x-a} \pi\right);$$

$$4) M_x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x-a}{b-a} \pi\right).$$

Задание 6

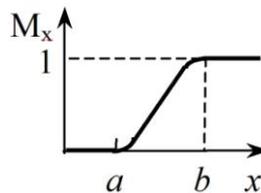


Получить выражение для определения величины вектора текущего положения манипулятора.

Варианты ответов:

- 1) $L(q) = x^2 + y^2$;
- 2) $L(q) = \sqrt{x^2 - y^2}$;
- 3) $L(q) = \sqrt{x^2 + y^2}$;
- 4) $L(q) = x^2 - y^2$.

Задание 7

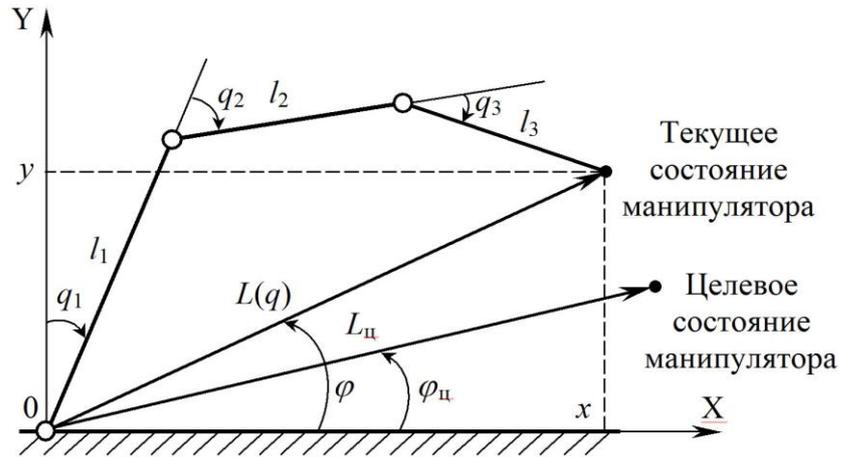


Получить выражение для определения функции принадлежности на участке $a \leq x \leq b$.

Варианты ответов:

- 1) $M_x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin\left(\frac{x-b}{b-a} \pi\right)$;
- 2) $M_x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x}{b-a} \pi\right)$;
- 3) $M_x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x-b}{b-a} \pi\right)$;
- 4) $M_x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin\left(\frac{x-b}{b} \pi\right)$.

Задание 8

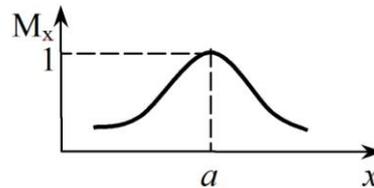


Получить выражение для определения направления вектора текущего положения манипулятора.

Варианты ответов:

- 1) $\varphi = \arctan \frac{x}{y}$;
- 2) $\varphi = \arccos \frac{y}{x}$;
- 3) $\varphi = \arcsin \frac{y}{x}$;
- 4) $\varphi = \arctan \frac{y}{x}$.

Задание 9

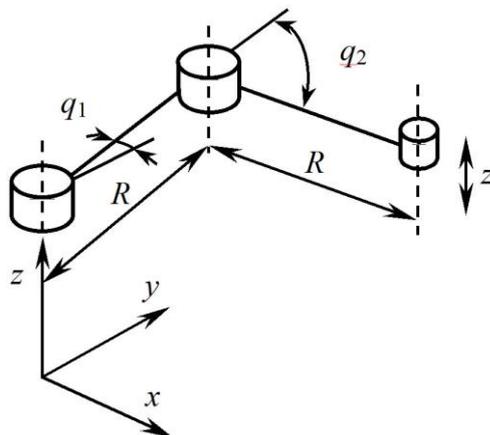


Получить выражение для определения функции принадлежности.

Варианты ответов:

- 1) $M_x = e^{-\frac{(x-a)^2}{\sigma^2}}$;
- 2) $M_x = e^{-\frac{(x+a)^2}{\sigma^2}}$;
- 3) $M_x = e^{\frac{(x+a)^2}{\sigma^2}}$;
- 4) $M_x = e^{\frac{(x-a)^2}{\sigma^2}}$.

Задание 10



Получить выражение для определения момента двигателя координаты q_1 .

Варианты ответов:

- 1) $G_{11}\ddot{q}_1^2 + G_{12}\dot{q}_1 + G_{13}\ddot{q}_2 + G_{122}\dot{q}_2^2 = M_{дл}$;
- 2) $G_{11}\ddot{q}_1 + G_{12}\dot{q}_1 + G_{13}\ddot{q}_2^2 + G_{122}\dot{q}_2^2 = M_{дл}$;
- 3) $G_{11}\dot{q}_1 + G_{12}\dot{q}_1 + G_{13}\ddot{q}_2 + G_{122}\dot{q}_2^2 = M_{дл}$;
- 4) $G_{11}\ddot{q}_1 + G_{12}\dot{q}_1^2 + G_{13}\ddot{q}_2 + G_{122}\dot{q}_2^2 = M_{дл}$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

В ходе выполнения курсового проекта в 1 семестре решаются следующие прикладные задачи:

- разработка математической модели объекта управления; определение числа входов и выходов нечеткого регулятора;
- разработка структурной схемы интеллектуальной системы управления с нечетким регулятором;
- выбор входных и выходных лингвистических переменных, составление функций принадлежности и определение их параметров;
- формирование базы знаний, состоящей из правил нечеткого вывода, связывающих входные и выходные лингвистические переменные;
- разработка модели интеллектуальной системы управления с нечетким регулятором;
- формирование и исследование модели интеллектуальной системы управления с нечетким регулятором.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Зачет по дисциплине «Теория интеллектуальных систем управления» не предусмотрен учебным планом.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Определения искусственного интеллекта, адаптивной и интеллектуальной системы, знания. Процесс логического вывода в интеллектуальной системе.
2. Структура и функции интеллектуальной системы управления.
3. Лингвистические переменные. Виды функций принадлежности. Описание зависимости “вход – выход” для объекта управления с помощью функций принадлежности.
4. Нечеткие множества и логические операции над ними. Свойства операций над нечеткими множествами.
5. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств.
6. Алгоритмы поиска решения Мамдани и Сугэно.
7. Условие устойчивости релейно-управляемой системы в расширенной форме. Особенности фаззи-управления.
8. Функциональная схема нечеткой системы управления приводом постоянного тока. Функции принадлежности фаззи-контроллера.
9. Математическое описание робота с нечеткой системой управления. Правила нечеткого управления.
10. Графические средства, используемые в системе нечеткого вывода в интерактивном режиме.
11. Редакторы систем нечеткого вывода, функций принадлежности и правил нечеткого вывода.
12. Структура и математическая модель искусственного нейрона. Виды функций активации нейронов.
13. Классификация нейронных сетей. Области применения нейронных сетей.
14. Понятие персептрона. Однослойный, двухслойный персептрон. Q-слойная нейронная сеть.
15. Разбиение гиперпространств различной размерности с помощью персептронов.
16. Обучение персептронных сетей.
17. Структурная схема сети Хопфилда. Задача, решаемая сетью Хопфилда.
18. Алгоритм функционирования сети Хопфилда.
19. Сеть Хэмминга.
20. Алгоритм функционирования сети Хэмминга.
21. Структура нейронной сети с радиальными базисными функциями.
22. Коллективы нейронных сетей.
23. Аппаратно-программные средства реализации нейронных сетей.
24. Особенности эволюционных алгоритмов.
25. Задачи, решаемые с помощью генетических алгоритмов.
26. Принцип и порядок работы генетического алгоритма.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Принципы построения интеллектуальных систем управления	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, решение стандартных задач
2	Системы с нечёткими алгоритмами управления	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, решение стандартных задач, защита курсового проекта
3	Нейросетевые технологии управления и принятия решений	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, решение стандартных и прикладных задач
4	Эволюционные алгоритмы интеллектуальных систем	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, решение стандартных задач

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Медведев В.А. Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике: учебное пособие / В.А. Медведев. – Воронеж, ВГТУ, 2015. – 96 с.

2. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г.Э. Яхьяева. – Электрон. текстовые данные. – Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. – 320 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67390.html>. – ЭБС «IPRbooks».

3. М. Тим Джонс Программирование искусственного интеллекта в приложениях [Электронный ресурс] / М. Тим Джонс. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2017. – 310 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63950.html>. – ЭБС «IPRbooks».

4. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине “Теория интеллектуальных систем управления” для студентов направления 27.04.04 “Управление в технических системах” (магистерские программы подготовки “Теория систем управления”, “Интегрированные системы управления производством”) очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2016. – 30 с.

5. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине “Теория интеллектуальных систем управления” для студентов направления 27.04.04 “Управление в технических системах” (магистерские программы подготовки “Теория систем управления”, “Интегрированные системы управления производством”) очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2016. – 30 с.

6. Медведев В.А. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине “Теория интеллектуальных систем управления” для студентов направления 27.04.04 “Управление в технических системах” (направленности “Теория систем управления”, “Интегрированные системы управления производством”) очной формы обучения / – Воронеж: ВГТУ, 2017. – 38 с.

7. Павлов С.Н. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие [Электронный ресурс]. В 2 ч. / С.Н. Павлов – Электрон. текстовые данные. –

Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. – 176 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13974.html>. – ЭБС «IPRbooks»

8. Зайцев А.И. Нечеткое управление сложными техническими системами и комплексами: монография / А.И. Зайцев, В.Л. Сташнев, А.В. Бурковский. – Воронеж: ВГТУ, 2003. – 225 с.

9. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. И.Д. Рудинского / Д. Рутковская. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Основная и дополнительная учебная литература представлена в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в электронной информационно-образовательной среде ВГТУ.

Моделирование систем искусственного интеллекта осуществляется в среде MATLAB R2013b на персональных компьютерах.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. **Специализированная лекционная аудитория**, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

2. **Специализированная учебная аудитория** для проведения лабораторных занятий.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теория интеллектуальных систем управления» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение навыков разработки, расчета параметров и моделирования интеллектуальных систем управления на основе нечеткой логики и нейронных сетей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Методика выполнения курсового проекта изложена в методических указаниях. Выполнять этапы курсового проекта необходимо своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится защитой лабораторных работ, сдачей тестов, проверкой и защитой курсового проекта, решением стандартных и прикладных задач. Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение индивидуальных заданий, принятие решений.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - подготовка к выполнению и защите лабораторных работ; - выполнение курсового проекта; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.