



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕХАТРОНИКЕ И
РОБОТОТЕХНИКЕ**

Направление подготовки (специальность)
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

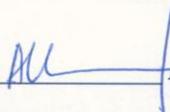
| | |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем |
| Кафедра | Автоматизированного электропривода и мехатроники |
| Курс | 1 |
| Семестр | 2 |

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1023)

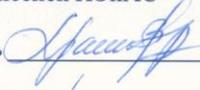
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники

26.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АЭПМ, канд. техн. наук

 С.А. Линьков

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО «ММК» по электроприводу, канд. техн. наук

 А.Ю. Юдин



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания данной дисциплины является изучение основ теории искусственного интеллекта, методов и алгоритмов, задач и компьютерных программ.

При изучении дисциплины «Методы искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике» следует иметь в виду, что эта дисциплина, будучи органическим продолжением дисциплины бакалавриата «Дискретная математика», оказывается одной из ведущих дисциплин в программе подготовки магистров по мехатронике и робототехнике. Это вызвано тем, что с ростом сложности проектируемых систем их аналитическое исследование становится всё более затруднительным, а создание опытных образцов обходится всё дороже, так что методы искусственного интеллекта часто оказываются единственными для решения задач.

Задачами дисциплины являются:

- изучение применяемых при решении задач робототехники методов искусственного интеллекта и лежащего в основе данных методов математического аппарата (включая получение необходимых сведений из общей и линейной алгебры);
- овладение важнейшими методами решения прикладных задач в области компьютерного моделирования робототехнических систем, включая методы искусственного интеллекта;
- формирование устойчивых навыков по применению методов искусственного интеллекта при решении робототехнических задач, включая методы построения программного движения роботов, оптимизации алгоритмов и управления поведением робота.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Методы искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Информационные системы в мехатронике и робототехнике

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная-преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|--|
| ОПК-11 | Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем; |
| ОПК-11.1 | Разрабатывает современные алгоритмы цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 107 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|---|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|----------------------------|---|-----------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Раздел 1 | | | | | | | | |
| 1.1 Нейронные сети. Персептрон. | 2 | 4 | | 4/2,3И | 10 | Индивидуальное задание №1 | Проверка индивидуального задания №1 | ОПК-11.1 |
| 1.2 Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация. | | 2 | | 4/2И | 10 | Индивидуальное задание №2 | Проверка индивидуального задания №2 | ОПК-11.1 |
| 1.3 Сеть Кохонена. Кластеризация. | | 2 | | 2/2И | 10 | Индивидуальное задание №3 | Проверка индивидуального задания №3 | ОПК-11.1 |
| 1.4 Муравьиный алгоритм. Алгоритм отжига. | | 2 | | 2 | 10 | Индивидуальное задание №4 | Проверка индивидуального задания №4 | ОПК-11.1 |
| 1.5 Генетический алгоритм | | 2 | | 2 | 10 | Индивидуальное задание №2 | Проверка индивидуального задания №5 | ОПК-11.1 |
| 1.6 Нечёткие множества | | 6 | | 4 | 20 | Индивидуальное задание №2 | Проверка индивидуального задания №6 | ОПК-11.1 |
| Итого по разделу | | 18 | | 18/6,3И | 107 | | | |
| Итого за семестр | | 18 | | 18/6,3И | 70 | | зачёт | |
| Итого по дисциплине | | 18 | | 18/6,3И | 107 | | зачет | |

5 Образовательные технологии

Лекционные занятия проводятся в форме, сочетающей традиционную манеру изложения материала и интерактивное обсуждение тех мест курса, которые относительно трудны для понимания.

Практические занятия проводятся в традиционной форме и включают как решение индивидуальных задач (с использованием компьютеров, ауд. 227, 023), так и разбор решений преподавателем.

Самостоятельная работа включает: повторение студентом изложенного на лекциях и практических занятиях учебного материала, решение индивидуальных домашних задач, подготовку к контрольным работам и экзамену. При отработке студентами навыков, полученных на аудиторных занятиях, подготовке к контрольным работам, анализе результатов расчётных заданий предусматривается использование пакетов MATLAB.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Линьков, С. А. Моделирование мехатронных систем : учебное пособие / С. А. Линьков, А. А. Радионов. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1073.pdf&show=dcatalogues/1/1119523/1073.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Омеляненко, Я. Эволюционные нейросети на языке Python : практическое руководство / Я. Омеляненко ; пер. с англ. В. С. Яценкова. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 310 с. - ISBN 978-5-97060-854-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1210699> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Курзаева, Л. В. Нечеткая логика и нейронные сети в задачах управления социально-экономическими системами и процессами : учебное пособие / Л. В. Курзаева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 113 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2910.pdf&show=dcatalogues/1/1134443/2910.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

б) Дополнительная литература:

4. Бычков, Ю. А. Непрерывные и дискретные нелинейные модели динамических систем : монография / Ю. А. Бычков, Е. Б. Соловьева, С. В. Щербаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3348-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112676> (дата обращения: 15.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Осипов, Г. С. Методы искусственного интеллекта : монография / Г. С. Осипов. - Москва : Физматлит, 2011. - 296 с. - ISBN 978-5-9221-1323-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544787> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Батыршин, И. З. Нечеткие гибридные системы: Теория и практика / И.З. Батыршин, А.О. Недосекин, А.А. Стецко. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 208 с. (Информационные и компьютерные технологии) ISBN 978-5-9221-0786-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544667> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|--|-------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| MathWorks MathLab v.2014 Classroom License | К-89-14 от 08.12.2014 | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|---|---|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
|--|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации |
| Учебная аудитория для проведения практических занятий: лаборатория автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока | компьютеры Syntex mod-1+ LCD LG TFT19 |

| | |
|--|---|
| Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Доска, мультимедийный проектор, экран |
| Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся | Персональные компьютеры с ПО из п. 8(г), выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |

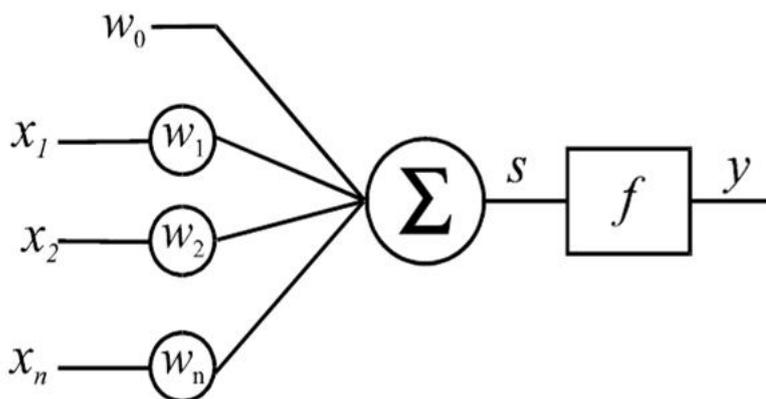
Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Индивидуальные задания для промежуточной аттестации:

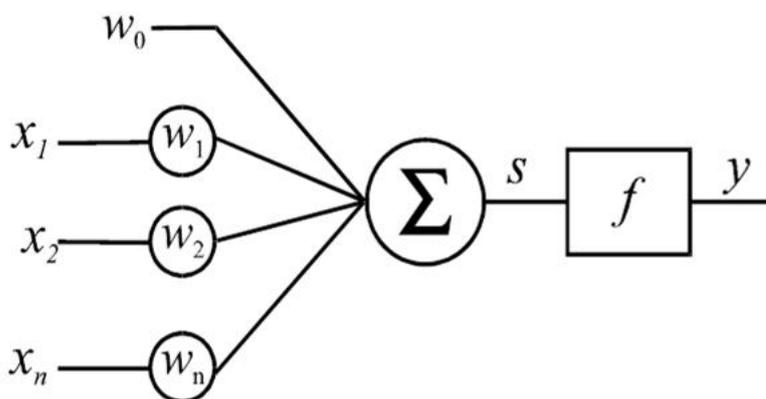
Индивидуальное задание №1 Методы обучения многослойных сетей. Дельта-правило

1. Поясните назначение W_0 в простейшей модели нейрона?



- 1) Пороговый элемент W_0 нужен для смещения результирующего сигнала на величину W_0
- 2) Пороговый элемент W_0 нужен для блокировки результирующего сигнала
- 3) Пороговый элемент W_0 служит в качестве триггера для активации нейрона

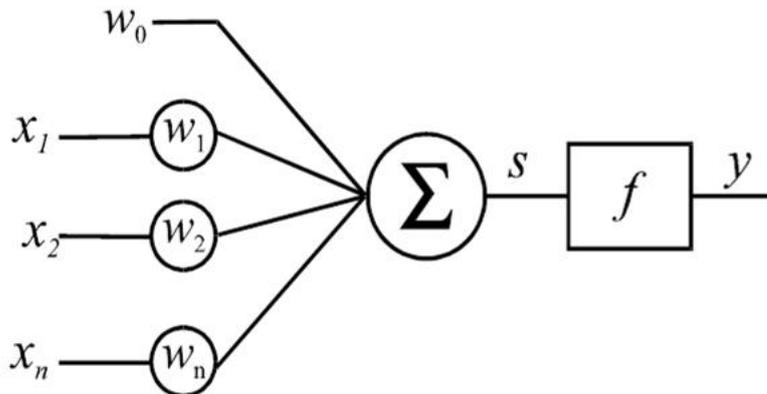
2. Поясните назначение $W_1 - W_n$ в простейшей модели нейрона



- 1) $W_1 - W_n$ - синаптические веса (коэффициенты) n-го нейрона. Служат для масштабирования входных сигналов
- 2) $W_1 - W_n$ - синаптические веса, предназначенные для запоминания входных сигналов

3) $W_1 - W_n$ - синаптические веса, предназначенные для распознавания входных сигналов
 1. **Индивидуальное задание №2.** Решение задач распознавания на основе сети Хопфилда. Два варианта функционирования сети – синхронный и асинхронный.

3. Укажите правильный вариант математического описания S в данной модели нейрона

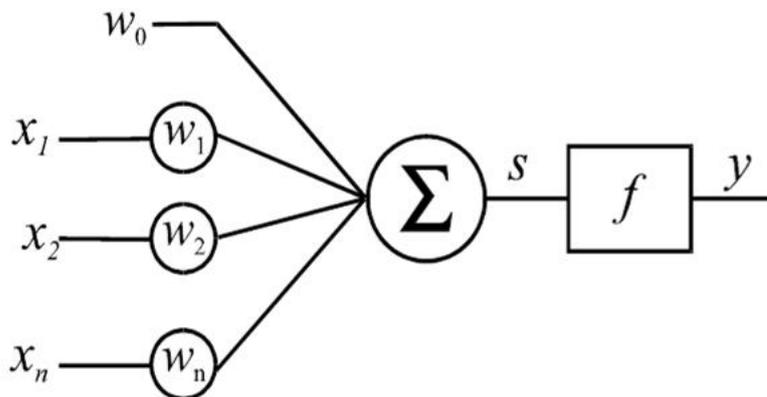


1) $S_i = \sum_{i=1}^n w_i x_i + w_0$

2) $S_i = \sum_{i=1}^n w_i + x_i + w_0$

3) $S_i = \sum_{i=1}^n w_i x_i w_0$

4. Поясните назначение f в простейшей модели нейрона



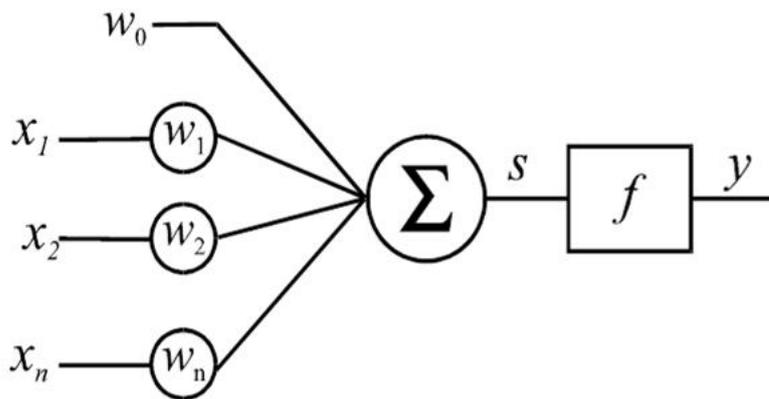
1) f – функция активации. Приводит выходное значение нейрона к значению в диапазоне $(-1; +1)$

2) f – функция активации. Приводит выходное значение нейрона к значению в диапазоне $(-\infty; +\infty)$

3) f – функция деактивации

Индивидуальное задание №3 Задачи кластеризации. Метод штрафов. Две оценки близости образцов и кластеров.

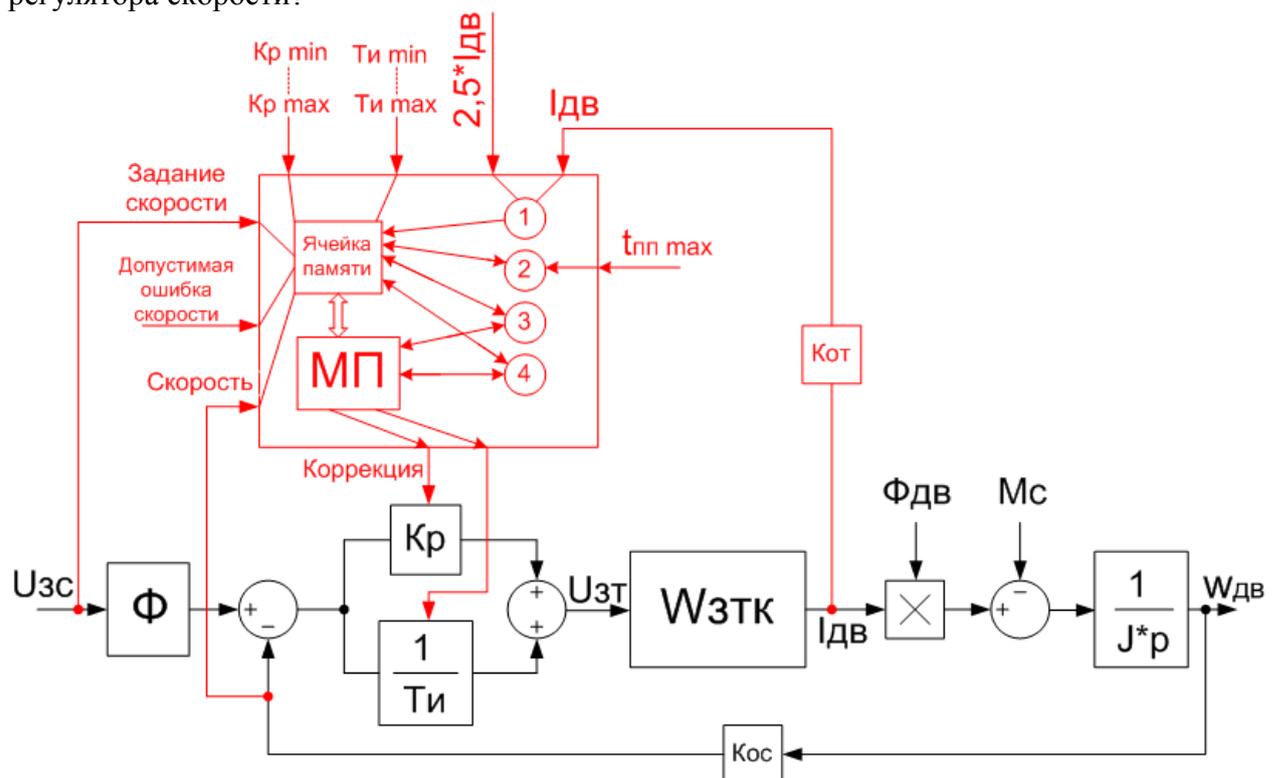
5. Поясните назначение $x_1 - x_n$ в простейшей модели нейрона



- 1) x_1-x_n - входные сигналы нейрона
- 2) x_1-x_n - выходные сигналы нейрона
- 1) x_1-x_n - фиксированные константы нейрона
6. Какие параметры системы управления ДПТ корректирует нейрорегулятор в процессе последующих циклов запуска двигателя?

2. **Индивидуальное задание №4.** Задача коммивояжера – решение методом отжига и с помощью муравьиного алгоритма. Один муравей и два муравья.

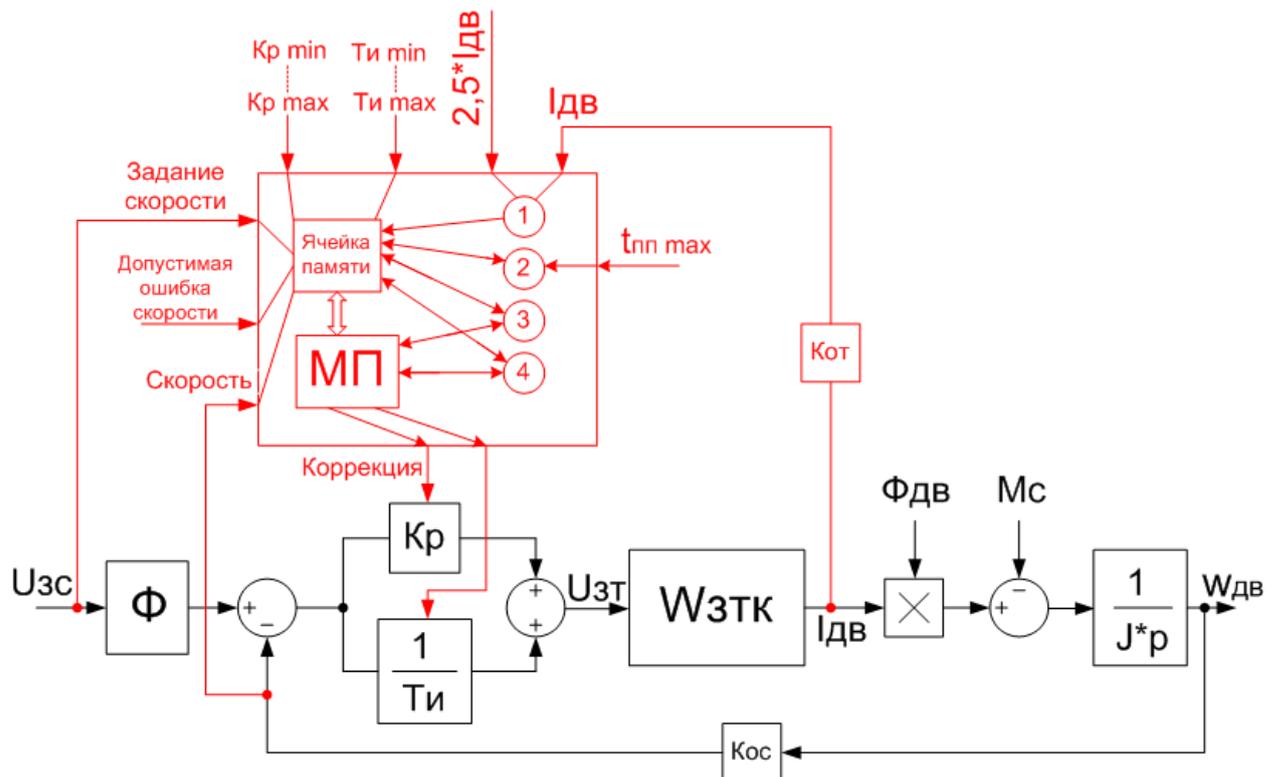
1. Каково назначение K_p и T_i – коэффициент и постоянная интегрирования ПИ – регулятора скорости?



- 1) K_p и T_i – коэффициент и постоянную интегрирования ПИ – регулятора скорости
- 2) $I_{дв}$ – амплитуду тока двигателя
- 3) $K_{от}$ – коэффициент обратной связи по току двигателя

Индивидуальное задание 5. Генетический алгоритм (размещение графа на линейке, минимизация функции двух переменных).

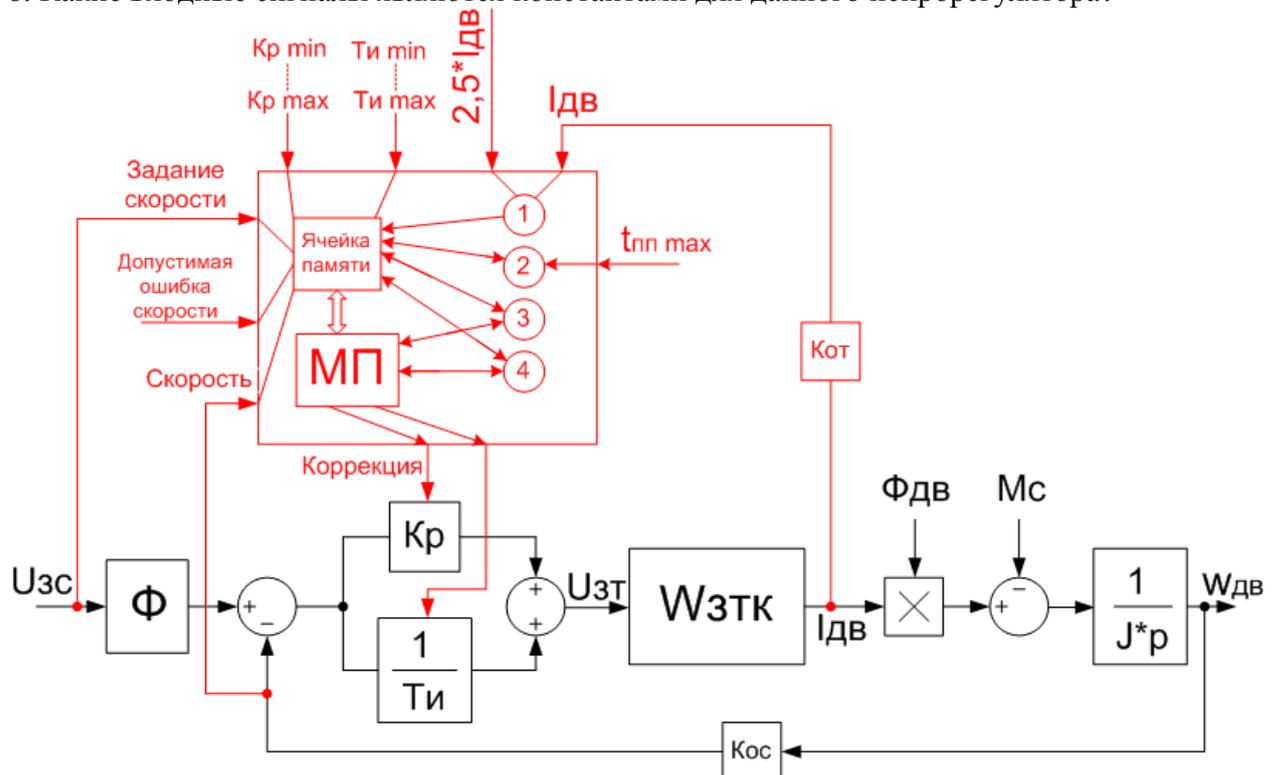
7. В конечном итоге, каково назначение данного нейрорегулятора в САУ скорости?



- 1) Корректировка параметров регулятора скорости для получения оптимальных переходных процессов тока и скорости вне зависимости от внешних условий
- 2) Корректировка параметров регулятора скорости для получения оптимальных переходных процессов тока и скорости с участием человека
- 3) Слежение за скоростью двигателя в статических и динамических режимах работы

Индивидуальное задание 6. Операции с нечёткими множествами. Экспертные оценки.
Код Грея.

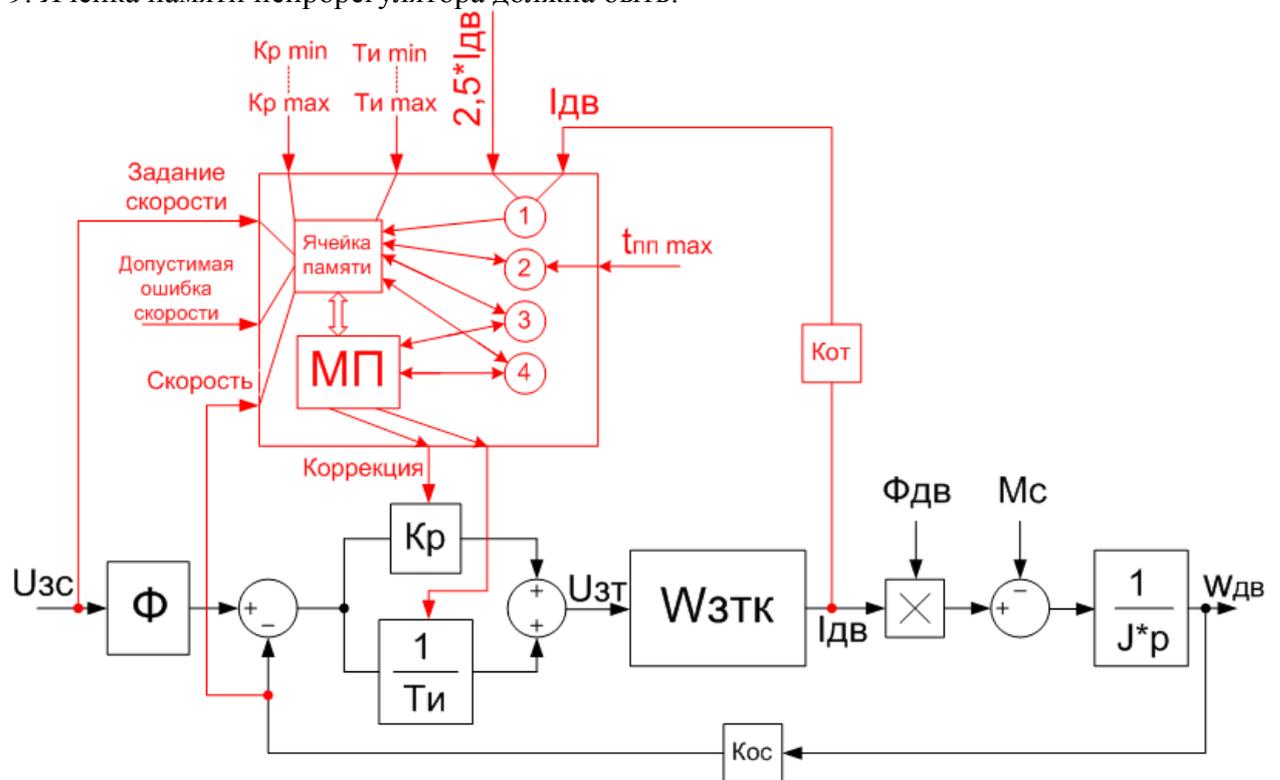
8. Какие входные сигналы являются константами для данного нейрорегулятора?



- 1) Допустимая ошибка скорости. Максимальная уставка по току ДПТ

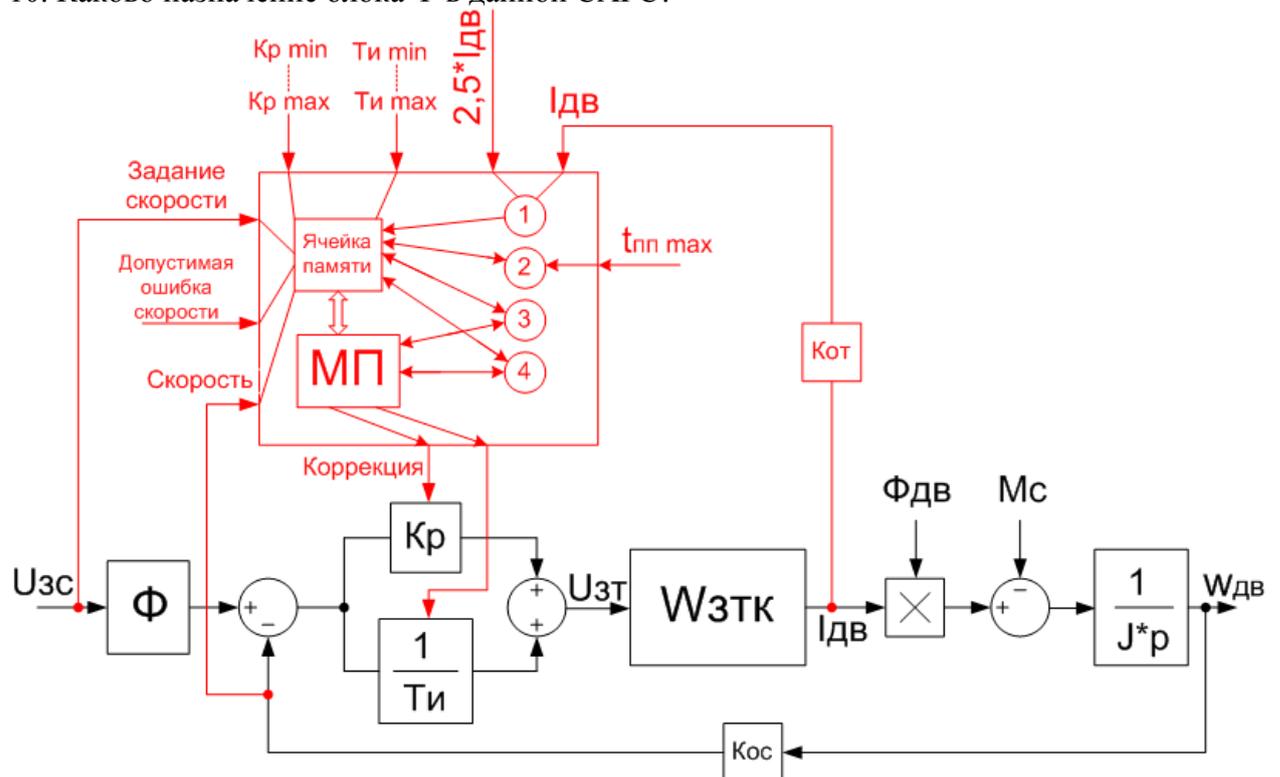
- 2) Текущая скорость. Текущий ток двигателя
- 3) Задание на скорость. Задание на поток двигателя

9. Ячейка памяти нейрорегулятора должна быть:



- 1) Динамической
- 2) Статической
- 3) Без разницы

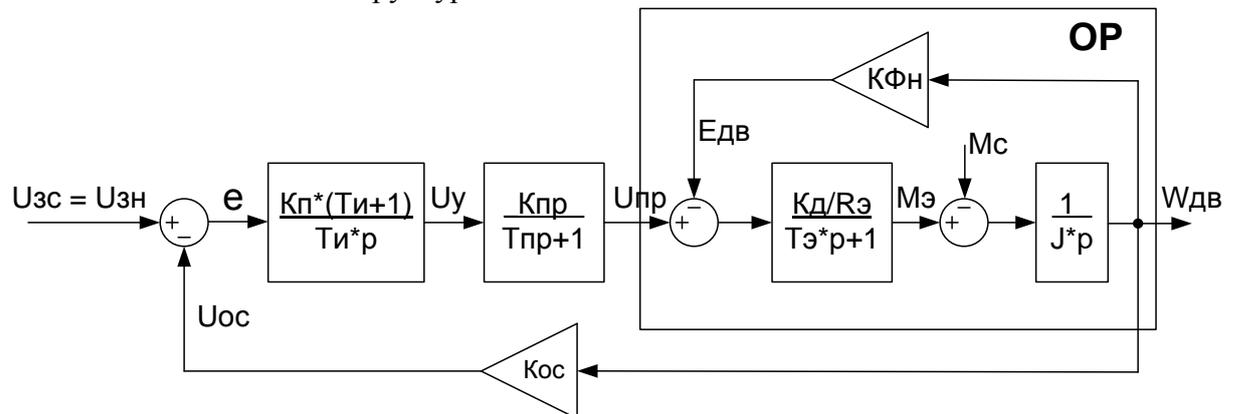
10. Каково назначение блока \$\Phi\$ в данной САРС?



- 1) Всё перечисленное

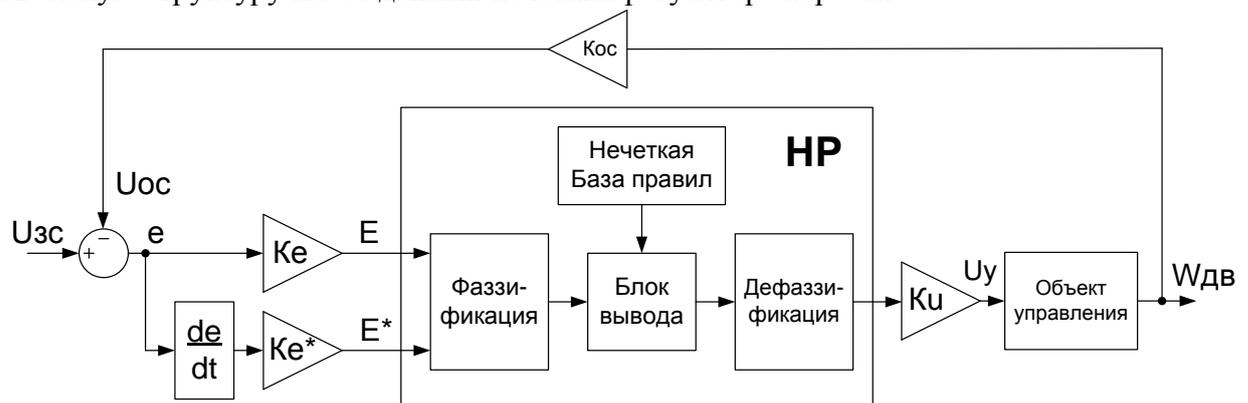
- 2) Фильтрация прямого канала регулирования
- 3) Фильтрация сигнала задания на скорость

11. Поясните назначение структурной схемы



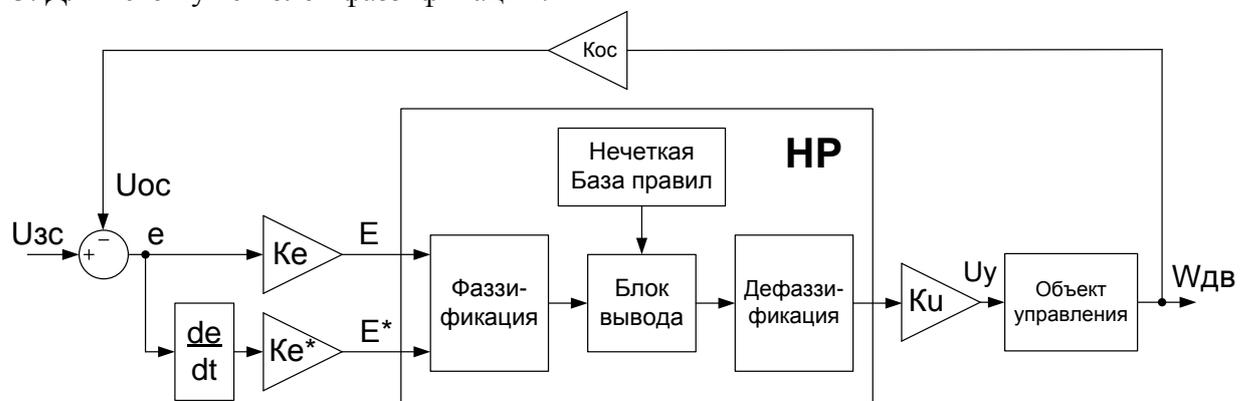
- 1) Одноконтурная САР напряжения (скорости) с ПИ-регулятором напряжения
- 2) Одноконтурная САР тока двигателя с ПИ-регулятором тока
- 3) Одноконтурная САР скорости с П-регулятором скорости

12. Какую структуру имеет данный нечеткий регулятор скорости?



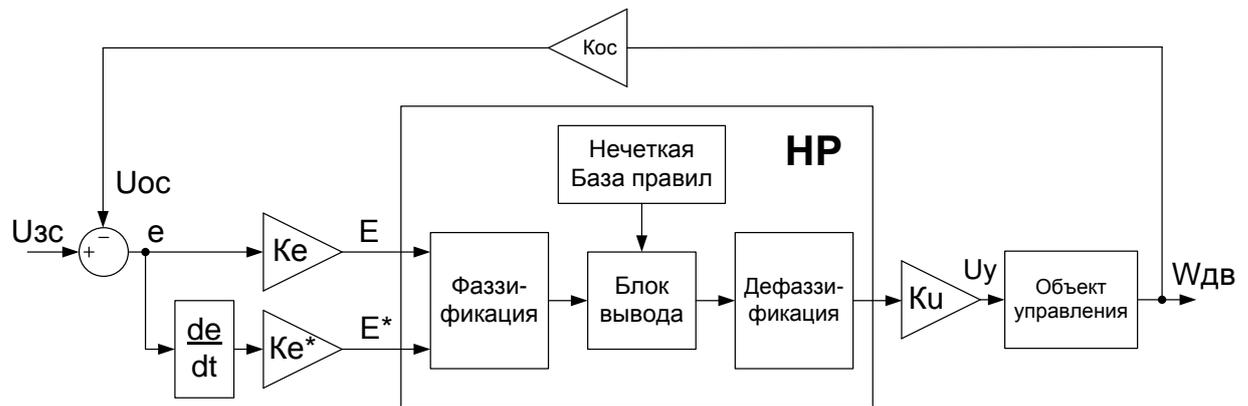
- 1) П – структуру
- 2) ПИ – структуру
- 3) ПИД – структуру

13. Для чего нужен блок фаззификации?



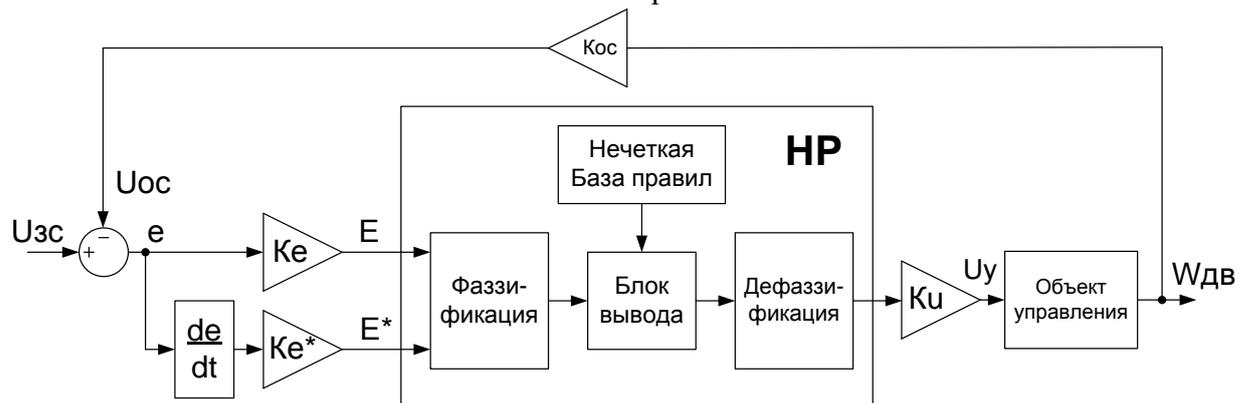
- 1) Для преобразования истинных значений входных координат в относительные
- 2) Для преобразования относительных значений входных координат в истинные
- 3) Для создания сдвига фаз между входными сигналами

14. Для чего нужен блок дефаззификации?



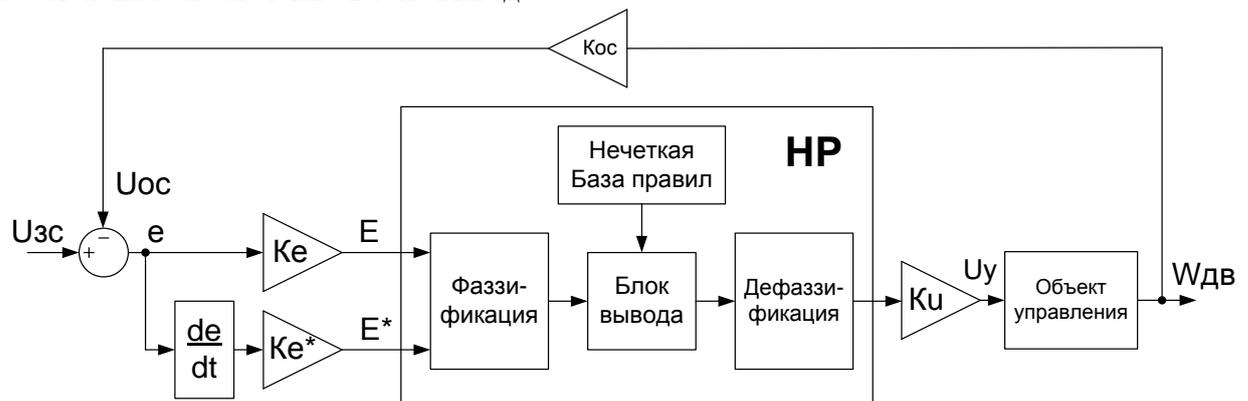
- 1) Для преобразования относительных значений выходных координат в истинные
- 2) Для преобразования истинных значений входных координат в относительные
- 3) Для создания сдвига фаз между входными и выходными сигналами

15. Поясните назначение блока Нечеткая база правил?



- 1) Массив значений с наименованием функций принадлежности, относительно входных координат нечеткого регулятора
- 2) Массив значений с наименованием функций принадлежности, относительно выходных координат нечеткого регулятора
- 3) Массив значений с наименованием функций принадлежности, относительно сигнала обратной связи нечеткого регулятора

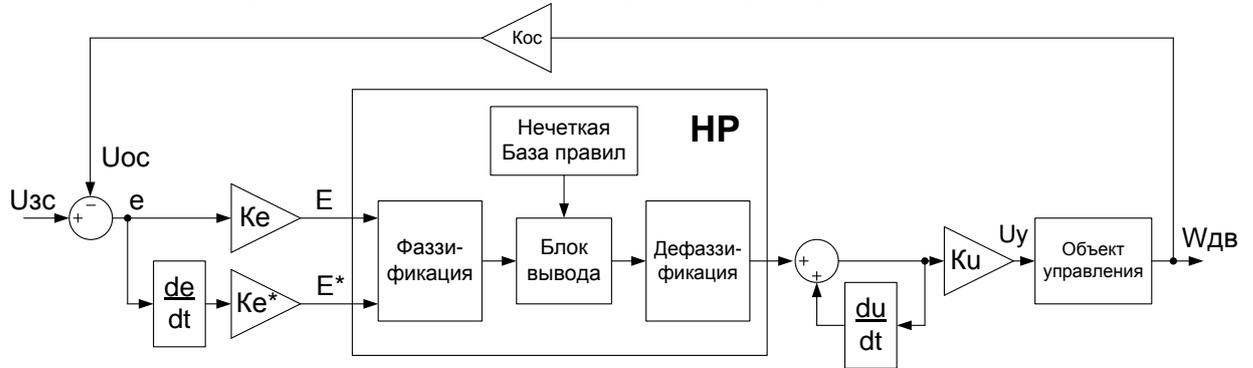
16. Поясните назначение Блока вывода?



- 1) В блоке вывода программируются функции принадлежности нечеткого регулятора
- 2) В блоке вывода программируются массивы данных нечеткого регулятора

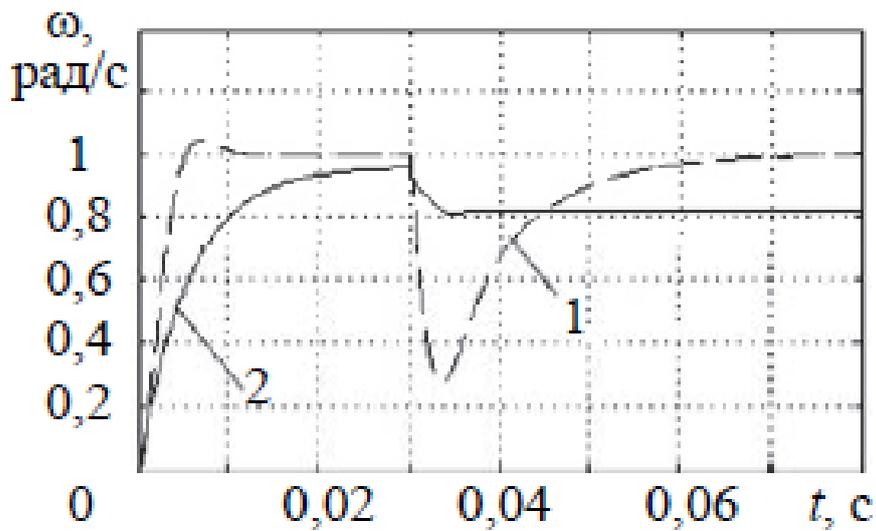
3) Блок вывода нужен для согласования 3х блоков

17. Какую структуру имеет данный нечеткий регулятор скорости?



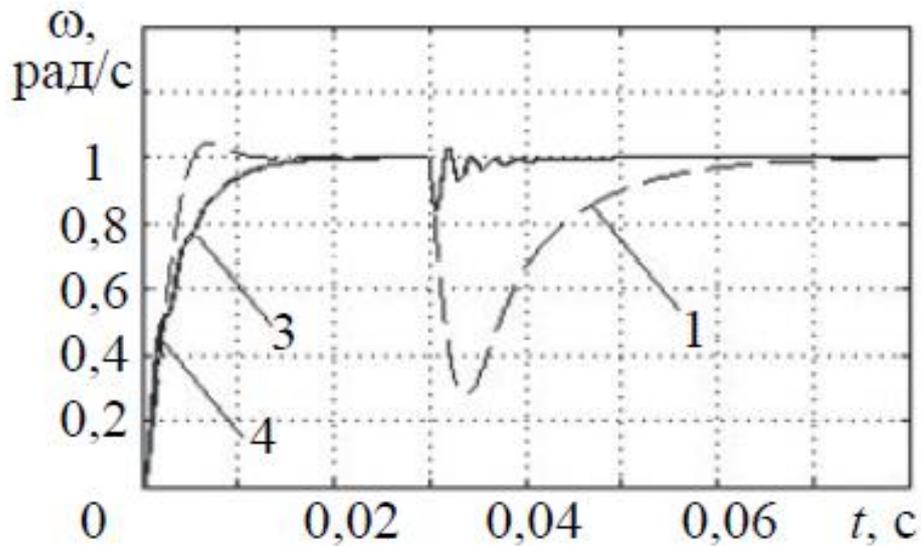
- 1) ПИ – структуру
- 2) П – структуру
- 3) ПИД – структуру

18. Судя по переходным процессам, какую структуру имеет нечеткий регулятор скорости?



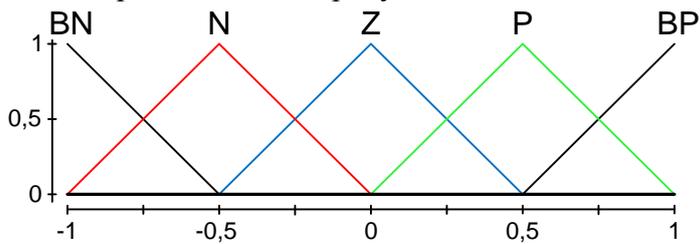
- 1) П – структуру
- 2) ПИ – структуру
- 3) ПИД – структуру

19. Судя по переходным процессам, какую структуру имеет нечеткий регулятор скорости?



- 1) ПИ – структуру
- 2) П – структуру
- 3) ПИД – структуру

20. Что представлено на рисунке?



1. Функции принадлежности
2. Общая база правил
3. Линейные зависимости нечеткого регулятора

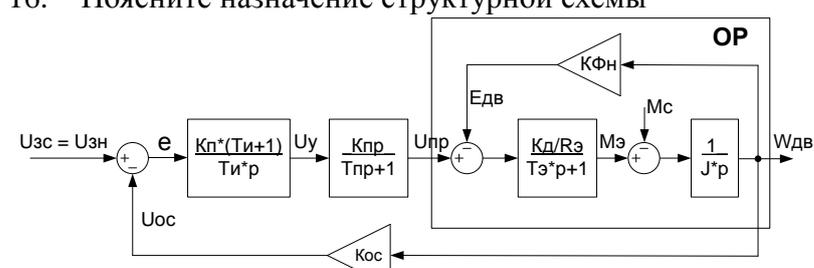
20. Что представлено на рисунке?

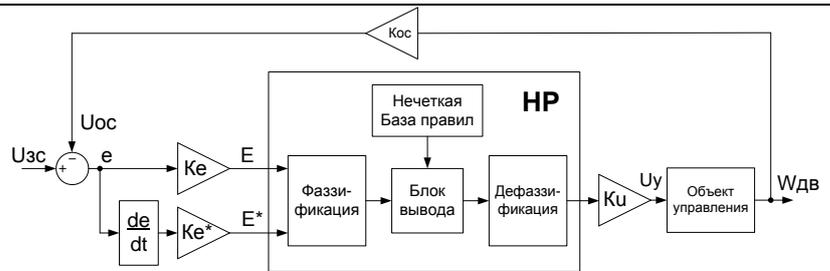
| E \ E^* | BN | N | Z | P | BP |
|-------------|----|----|---|----|----|
| BN | BN | BN | N | N | Z |
| N | BN | N | N | Z | P |
| Z | N | N | Z | P | P |
| P | N | Z | P | P | BP |
| BP | Z | P | P | BP | BP |

1. Общая база правил
2. Функции принадлежности
3. Линейные зависимости нечеткого регулятора

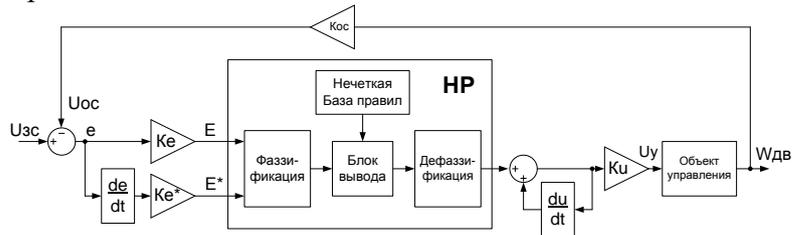
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|--|---|
| <p>ОПК-11: Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем</p> | | |
| <p>ОПК-11.1</p> | <p>Разрабатывает современные алгоритмы цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем</p> | <p>Теоретические вопросы для подготовки к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нейронные сети. Персептрон. 2. Сеть Хопфилда. Синхронная и асинхронная реализация 3. Сеть Кохонена. Кластеризация. 4. Муравьиный алгоритм. Алгоритм отжига. 5. Генетический алгоритм 6. Нечёткие множества 7. Поясните назначение W_0 в простейшей модели нейрона? 8. Поясните назначение $W_1 - W_n$ в простейшей модели нейрона 9. Поясните назначение f в простейшей модели нейрона 10. Поясните назначение $x_1 - x_n$ в простейшей модели нейрона 11. Какие параметры системы управления ДПТ корректирует нейрорегулятор в процессе последующих циклов запуска двигателя? 12. Каково назначение K_p и T_i – коэффициент и постоянная интегрирования ПИ – регулятора скорости? 13. В конечном итоге, каково назначение данного нейрорегулятора в САР скорости? 14. Какие входные сигналы являются константами для данного нейрорегулятора? 15. Каково назначение блока Φ в данной САРС? 16. Поясните назначение структурной схемы  <ol style="list-style-type: none"> 17. Какую структуру имеет данный нечеткий регулятор скорости? |



18. Для чего нужен блок фаззификации?
19. Для чего нужен блок дефаззификации?
20. Поясните назначение блока Нечеткая база правил?
21. Поясните назначение Блока вывода?
22. Какую структуру имеет данный нечеткий регулятор скорости?



23. Что представлено на рисунке?

| $E \backslash E^*$ | BN | N | Z | P | BP |
|--------------------|----|----|---|----|----|
| BN | BN | BN | N | N | Z |
| N | BN | N | N | Z | P |
| Z | N | N | Z | P | P |
| P | N | Z | P | P | BP |
| BP | Z | P | P | BP | BP |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Информационные системы в мехатронике и робототехнике» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Показатели и критерии промежуточной аттестации:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Обучающийся получает отметку **«зачтено»** при условии выполнения и защиты всех предусмотренных лабораторных работ на оценку не ниже **«удовлетворительно»**.