

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В. Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры

к.э.н., доцент  Ярмоленко И. В.

« 28 »  2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетике,
информационных технологий и
управляющих систем

к.т.н., доцент  А. В. Белоусов

« 28 »  2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

НЕЙРО-НЕЧЕТКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

направление подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электропривод и автоматика механизмов и технологических комплексов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт энергетике, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – Магистратура по направлению подготовки 13.04.02, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018г. №147;

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В. Г. Шухова, введенного в действие в 2019 году.

Составитель: канд. техн. наук _____ А. С. Солдатенков
_____ А. В. Погорелов

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 18 » мая 20 19 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ А. В. Белоусов

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ А. В. Белоусов

« 18 » мая 20 19 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 28 » мая 20 19 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____ А. Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональная	ПКВ-1. Способен разрабатывать концепции электропривода	ПКВ-1.2. Способность применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	<p>Знания подходов к выбору оптимальных методов и алгоритмов реализации интеллектуальных систем управления электроприводами</p> <p>Умения разработки интеллектуальных систем управления электроприводов и выбора различных подходов и алгоритмов для формирования необходимых качеств статических и динамических режимов работы электроприводов.</p> <p>Навыки создания моделей интеллектуальных систем управления электроприводами для оптимального решения технологических задач при различных возмущающих воздействиях.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ПКВ-1. Способен разрабатывать концепции электропривода

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Схемотехника
2	Теория электропривода
3	Энергосбережение средствами электропривода
4	Теория оптимизации
5	Микропроцессорные системы
6	Цифровые системы управления электроприводов
7	Нейро-нечеткое управление в электроприводе
8	Системы автоматизированного проектирования электроприводов
9	Управление распределенными энергосистемами
10	Автоматизация инженерных систем зданий
11	Производственная научно-исследовательская работа
12	Производственная проектная практика
13	Учебная практика по получению первичных навыков работы с программным обеспечением применительно к области (сфере) профессиональной деятельности
14	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен (3 семестр).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Общие сведения о интеллектуальных системах управления					
1	Базовые понятия и основные направления искусственного интеллекта. Этапы развития и основные направления искусственного интеллекта.	2			1
2	Основные направления исследований в области искусственного интеллекта. Роль базы знаний в процессе построения и функционирования системы искусственного интеллекта.	2			1
3	Способы представление знаний в интеллектуальных системах управления. Основные подходы к реализации интеллектуальной системы управления.	3			1,5
4	Классификация интеллектуальных систем. Принципы построения структур производственных интеллектуальных систем управления.	3			1,5
2. Системы управления на основе нечеткой логики					
1	Основные понятия и принципы нечеткой логики в системах управления электроприводом. Примеры уровней в классической и нечеткой логике.	3	4		5,5
2	Понятие о лингвистических переменных и термах. Формирование нечетких логических правил.	3	4		5,5
3	Структура и алгоритм нечеткого управления. Применение нечеткого регулятора в системах управления электроприводов.	3	4		6
4	Синтез нечеткого регулятора. Примеры реализации нечеткого управления в электроприводах.	3	5		7
3. Системы управления электроприводов на основе нейронных сетей					
1	Основы искусственных нейронных сетей. Основные проблемы, решаемые нейронными сетями.	3	4		5,5
2	Структура и свойства искусственного нейрона. Обучение нейронных сетей. Области применения нейронных сетей. Классификация нейронных сетей.	3	4		5,5
3	Применение нейронных сетей в автоматизированном электроприводе. Принципы построения систем управления электроприводами на основе нейронных сетей.	3	4		6
4	Проектирование регуляторов системы управления электроприводов на основе искусственных нейронных сетей.	3	5		7

	Процедура синтеза нейронной сети.				
	ВСЕГО	34	34		53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	Системы управления на основе нечеткой логики	Построение терм входных и выходных лингвистических переменных электропривода	4	4
2		Решение задач нечеткой математики	4	4
3		Настройка нечеткого регулятора с алгоритмом вывода Мамдани в системе управления тиристорный преобразователь-двигатель	4	4
4		Коррекция системы автоматического управления на примере системы управления тиристорный преобразователь-двигатель	5	5
5	Системы управления электроприводов на основе нейронных сетей	Нейросетевые модели сложных технических объектов	4	4
6		Программная реализация нейронной сети в среде Neural Network Toolbox.	4	4
7		Построение и исследование модели адаптивной системы управления с нейрорегулятором	4	4
8		Моделирование и исследование системы с нечетким регулятором для управления движением подъемного крана.	5	5
	ВСЕГО		34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

4.5. Содержание расчетно-графического задания

Цель выполнения расчетно-графического задания: на основании математической модели сформировать свойства нечеткой системы управления электроприводом постоянного тока в соответствии требований технологического процесса.

Учебным планом предусмотрено выполнение одного расчетно-графического задания, которое заключается в выполнении типового задания на тему «Разработка интеллектуальной системы управления электроприводом постоянного тока по системе широтно-импульсный преобразователь – двигатель постоянного тока с независимым возбуждением».

В расчетно-графическом задании решаются следующие вопросы:

- для заданной системы ШИП-ДПТ составляется двухконтурная система подчиненного регулирования;
- производится синтез регуляторов тока и скорости для аналоговой системы управления;
- производится синтез нечеткого регулятора;
- моделируются обе системы управления в пакете MATLAB Simulink и сравниваются результаты моделирования;
- заключение по результатам моделирования.

Отчет должен содержать:

- исходные данные;
- функциональные и структурные схемы электропривода;
- расчётные формулы, числовые расчёты;
- параметры имитационных моделей разработанных систем управления;
- результаты моделирования скорости, тока и момента двигателя для разработанных систем управления;
- вывод о результатах проделанной работы;
- список используемой литературы.

Пример расчетно-графического задания

№п/п	Тип двигателя	P_n , кВт	U_n , В	I_n , А	η_n , %	n_n , об/мин
7	4ПФ160М	22,0	440	56,8	84,5	1090

Разработать нечеткую систему управления электроприводом по системе «широтно-импульсный преобразователь – двигатель постоянного тока»:

1) Построить структурную схему двухконтурной замкнутой системы управления подчиненного регулирования.

2) Определить передаточные функции для аналоговой системы управления при настройке ПИ-регулятора скорости на симметричный оптиум, а ПИ-регулятора тока на модульный (технический) оптиум.

3) Произвести моделирование аналоговой системы управления при моменте сопротивления равном $M_c=0,7M_n$ и $M_c=0,1M_n$, учитывая, что магнитный поток равен номинальному значению ($\Phi=\Phi_{ном}$).

- 4) Исключить из системы рассчитанный регулятор тока или скорости, и заменить его на нечеткий регулятор.
- 5) Представить содержание нечеткой базы правил и распределение функций принадлежности нечеткого регулятора.
- 6) Произвести моделирование нечеткой системы управления при условиях аналогичных аналоговой системе.
- 7) Сравнить результаты моделирования полученных систем управления электроприводов.

4.6. Содержание индивидуального домашнего задания.

Индивидуальное домашнее задание учебным планом не предусмотрено.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПКВ-1. Способен разрабатывать концепции электропривода

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКВ-1.2. Способность применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	Экзамен, собеседование, выполнение и защита расчетно-графического задания

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце третьего семестра в форме экзамена.

Вопросы для подготовки к экзамену

Экзамен включает в себя теоретическую часть (2 вопроса). Для подготовки устного ответа на вопросы билета, который студент выбирает случайным образом, отводится 60 минут. После проверки ответов преподаватель проводит со студентом собеседование с целью определения уровня освоения студентом изученного материала и может задать дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Перечень тем и вопросов для подготовки к теоретической части экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о интеллектуальных системах управления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что понимается под интеллектом? Перечислите различные типы интеллекта. 2. Дайте определения "искусственного интеллекта" и "вычислительного интеллекта". Сравните между собой эти два понятия. 3. Перечислите основные направления исследований в области искусственного интеллекта. 4. Какие классы интеллектуальных систем соответствуют этим направлениям? 5. Какова роль базы знаний в процессе построения и функционирования системы искусственного интеллекта? 8. Что понимается под "знаниями"? Чем отличаются знания от данных? 9. Какие существуют классы моделей представления знаний? Перечислите их. 10. В чем преимущество применения логических моделей?
2	Системы управления на основе нечеткой логики	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чем отличается применение фаззи-логики от переменных классической логики?

		<p>2. Какие функциональные части входят в структуру фаззи-управления и каково их назначение?</p> <p>3. По какому принципу выполняется логическое заключение в системе фаззи-управления.</p> <p>4. Какие исходные алгоритмы могут использоваться при составлении правил для фаззи-регулятора?</p> <p>5. В чем заключается грубая и тонкая настройки фаззи-регулятора?</p> <p>6. Составьте таблицу правил для фаззи-регулятора положения электропривода постоянного тока с жестким механическим звеном и с реактивным моментом сопротивления.</p> <p>7. Если в электроприводе работают два регулятора – традиционный и фаззи-регулятор, то какие функции распределены между ними?</p> <p>8. Особенности синтеза систем управления электроприводом с использованием методов нечеткой логики.</p>
3	Системы управления электроприводов на основе нейронных сетей	<p>1. Какую структуру имеет биологический нейрон? Каким образом осуществляется взаимодействие нейронов в центральной нервной системе?</p> <p>2. Что понимается под формальным нейроном Мак-Каллока-Питтса? Как записывается условие возбуждения формального нейрона?</p> <p>3. В чем суть проблемы "Исключающего ИЛИ"? В классе каких нейронных сетей данная проблема имеет решение?</p> <p>4. Какой вид имеет обобщенная модель искусственного нейрона? Запишите условие возбуждения данного нейрона.</p> <p>5. Приведите структурную схему многослойного персептрона. В чем состоит идея обучения данной нейронной сети?</p> <p>6. В чем заключаются преимущества использования алгоритма обратного распространения? Охарактеризуйте основные проблемы, возникающие при обучении многослойных нейронных сетей, и пути их преодоления.</p> <p>7. Почему многослойные персептроны называют "универсальными аппроксиматорами"? К чему сводится решение задачи аппроксимации функции с помощью персептрона?</p> <p>8. Приведите структуру радиально-базисной сети. Как осуществляется обучение этой сети?</p> <p>9. В чем заключаются преимущества нейроуправления?</p> <p>10. Примеры построения структурных схем нейросетевых САУ.</p> <p>11. Дайте общую характеристику процедуры проектирования нейросетевой САУ.</p> <p>12. В чем состоит идея синтеза нейросетевого регулятора?</p>

**Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы
“Не предусмотрено учебным планом”**

5.3. Типовые контрольные задания (материалы)

для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение 3 семестра в форме собеседования во время проведения практических занятий, выполнения и защиты расчетно-графического задания.

Примеры типовых вопросов и задач для практических занятий

1. Дайте определение понятия нечеткое множество?
2. Что называется термом?
3. Назовите основные компоненты нечеткого регулятора?
4. Дайте определение функции принадлежности?
5. Назовите основные виды функций принадлежностей?
6. Назовите основные компоненты нечеткого регулятора?
7. Дайте определение функции принадлежности?
8. Назовите основные виды функций принадлежностей?
9. Описать алгоритм работы нечеткого логического вывода Мамдани?
10. Описать способы коррекции динамических свойств проектируемой системы?
11. Нейросетевые модели сложных технических объектов
12. Программная реализация нейронной сети в среде Neural Network Toolbox.
13. Построение и исследование модели адаптивной системы с нейрорегулятором для крана.
14. Построение и исследование нейросетевого контура адаптации для системы автоматического управления электропривода насоса.
14. Построение самоорганизующихся нечетких моделей.
15. Решение задач дискретной оптимизации с помощью сети Хопфилда.

Примеры типовых вопросов для защиты РГЗ

1. Расчет передаточных функций аналоговых регуляторов при подчиненном регулировании координат электропривода.
2. Какие блоки необходимы для создания модели структуры аналоговой системы управления?
3. Основные отличия нечеткой системы управления от аналоговой системы управления.
4. Какие блоки необходимы для построения структурной схемы нечеткой системы управления?
5. Алгоритм построения интеллектуальных систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики.
6. Каким образом осуществляется синтез нечеткого регулятора.
7. Каким образом задаются термы входных и выходных лингвистических переменных электропривода в MATLAB?
8. Каким образом задается база правил нечеткой переменной в MATLAB?
9. Как осуществляется настройка методов нечеткого вывода в MATLAB?
10. Преимущества и недостатки разработанных систем управления электроприводов.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена (3 семестр) используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей компетенций являются

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Полнота ответов на вопросы
	Логика изложения знаний
Умения	Самостоятельность выполнения РГЗ и практических задач
	Качество оформления РГЗ
	Умение делать выводы по результатам выполнения РГЗ и практических задач
Навыки	Выбор методики выполнения РГЗ
	Анализ полученных результатов РГЗ и практических задач
	Обоснование полученных результатов РГЗ

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Знания подходов к выбору оптимальных методов и алгоритмов реализации интеллектуальных систем управления электроприводами

Умения разработки интеллектуальных систем управления электроприводов и выбора различных подходов и алгоритмов для формирования необходимых качеств статических и динамических режимов работы электроприводов.

Навыки создания моделей

интеллектуальных систем управления электроприводами

для оптимального решения технологических задач при различных возмущающих

При промежуточной аттестации в форме экзамена:

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений и понятий	Не знает терминов, определений и понятий, применяемых при создании интеллектуальных систем управления электроприводов	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок при описании методов и алгоритмов реализации интеллектуальных систем управления электроприводов	Знает термины, определения и понятия при описании методов и алгоритмов реализации интеллектуальных систем управления электроприводов	Знает термины, определения и понятия, и может корректно сформулировать их самостоятельно при описании методов и алгоритмов реализации интеллектуальных систем управления электроприводов
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство задаваемых вопросов	Дает неполные ответы на большинство вопросов	Дает полные ответы на большую часть заданных	Дает полные, развернутые ответы на все поставлен-

	про методы и алгоритмы реализации интеллектуальных систем управления электроприводов	методы и алгоритмы реализации интеллектуальных систем управления электроприводов	вопросов про методы и алгоритмы реализации интеллектуальных систем управления электроприводов	ные вопросы про методы и алгоритмы реализации интеллектуальных систем управления электроприводов
Логика изложения знаний	Излагает знания без логической последовательности и не иллюстрирует примерами реализации нейронечеткого управления в электроприводе	Излагает знания с небольшими нарушениями в логической последовательности описания методов и алгоритмов реализации интеллектуальных систем управления электроприводов	Излагает знания без нарушений в логической последовательности описания методов и алгоритмов реализации интеллектуальных систем управления электроприводов	Излагает знания о методах и алгоритмах реализации интеллектуальных систем управления электроприводов в логической последовательности и с примерами, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

Оценка сформированности компетенций по показателю *Умения*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Самостоятельность выполнения РГЗ	Не выполнено РГЗ, в том числе и с дополнительной помощью	Выполнено РГЗ только с дополнительной помощью	Выполнено РГЗ задание в основном самостоятельно	Самостоятельно без ошибок выполнено РГЗ
Качество оформления РГЗ	РГЗ оформлено настолько неряшливо, что не поддается проверке	РГЗ оформлено неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения алгоритма реализации интеллектуальной системы управления электроприводов	РГЗ оформлено аккуратно, с необходимыми пояснениями алгоритма реализации интеллектуальной системы управления электроприводов	РГЗ оформлено аккуратно, с развернутыми пояснениями алгоритма реализации интеллектуальной системы управления электроприводов
Умение делать выводы по результатам выполнения РГЗ	Не умеет формулировать выводы по разработке и исследовании интеллектуальных систем управления электроприводов	Допускаются ошибки при формулировании выводов по разработке и исследовании интеллектуальных систем управления электроприводов	Допускаются небольшие неточности при формулировании выводов по разработке и исследовании интеллектуальных систем управления электроприводов	Делаются верные выводы по разработке и исследовании интеллектуальных систем управления электроприводов

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения РГЗ	Неверно выбрана методика выполнения РГЗ	Методика выполнения РГЗ выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности в алгоритма моделирования интеллектуальной системы управления электроприводов	Методика выполнения РГЗ выбрана верно, но имеются недочеты, не относящиеся к алгоритму моделирования интеллектуальной системы управления электроприводов	Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения РГЗ
Анализ полученных результатов РГЗ	Не произведен анализ результатов моделирования нейронечеткого управления в электроприводе	Анализ результатов, полученных при моделировании нейронечеткого управления в электроприводе выполняется только при помощи преподавателя	Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов моделирования нейронечеткого управления в электроприводе	Произведен анализ результатов моделирования нейронечеткого управления в электроприводе и сделаны исчерпывающие выводы
Обоснование полученных результатов РГЗ	Представляемые результаты моделирования нейронечеткого управления в электроприводе	Имеются замечания к полученным результатам моделирования нейронечеткого управления в электроприводе, отсутствует в достаточной степени их обоснование	Представляемые результаты моделирования нейронечеткого управления в электроприводе обоснованы и в целом аргументированы	Представляемые результаты моделирования нейронечеткого управления в электроприводе обоснованы и четко аргументированы

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Компьютерный класс М211, оснащенный презентационной техникой и персональными компьютерами (IntelCorei7-3770/ H81/ 8192Mb/ 1Tb/ 21.5"IPS/ Wi-Fi/ LAN100Mb/DWD-RW), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет.
2	Учебная аудитория для практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Компьютерный класс М211, оснащенный презентационной техникой и персональными компьютерами (IntelCorei7-3770/ H81/ 8192Mb/ 1Tb/ 21.5"IPS/ Wi-Fi/

		LAN100Mb/DWD-RW), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Windows 7 Professional,	№ дог. 63-14к от 02.07.2014
2	Office 2013 Professional	№ дог. 31401445414 от 25.09.2014
3	Matlab 2014b	акт предоставления прав № Ах025341 от 06.07.2016
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Интеллектуальные системы : учебное пособие / А. Семенов, Н. Соловьев, Е. Чернопрудова, А. Цыганков ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2013. – 236 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259148>. – Текст : электронный.

2. Лубенцова, Е. В. Системы управления с динамическим выбором структуры, нечеткой логикой и нейросетевыми моделями / Е. В. Лубенцова ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – 248 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457413>.

3. Сергеев, Н. Е. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие / Н. Е. Сергеев. – Таганрог : Южный федеральный университет, 2016. – Часть 1. – 123 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493307>.

4. Сырецкий, Г. А. Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления : практикум : в 3 частях / Г. А. Сырецкий ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – Часть 1. Фазисистемы. – 92 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576318>.

5. Сырецкий, Г. А. Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления : практикум : в 3 частях/ Г. А. Сырецкий ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – Часть 2. Нейросетевые системы. Генетический алгоритм. – 92 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576559>.

6. Новые технические решения в современных следящих электроприводах [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Системы управления электроприводов» / А. В. Стариков, С. Л. Лисин, В. А. Арефьев, Д. Н. Джабасов. – Электрон. текстовые данные. – Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 92 с. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/90652.html>.

7. Стариков, А. В. Цифровые модуляторы для систем управления электроприводов [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Системы управления электроприводов» / А. В. Стариков, С. Л. Лисин, Д. Ю. Рокало. – Электрон. текстовые данные. – Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 75 с. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/91148.html>.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. MATLAB & Toolboxes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/>. – Заглавие с экрана.

2. Simscape [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://exponenta.ru/simscape>. – Заглавие с экрана.

3. Fuzzy Logic Toolbox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/fuzzy/index.html>. – Заглавие с экрана.

4. Deep Learning Toolbox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://exponenta.ru/neural-network-toolbox>. – Заглавие с экрана.

5. Сообщество Экспонента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hub.exponenta.ru/>. – Заглавие с экрана.

6. MATLAB and Simulink Based Books [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.mathworks.com/academia/books/search.html?s_tid=books-seo-redirect&language=15&sortBy=title&q=&fq\[\]=asset-language:ru&page=1](https://www.mathworks.com/academia/books/search.html?s_tid=books-seo-redirect&language=15&sortBy=title&q=&fq[]=asset-language:ru&page=1). – Заглавие с экрана.

7. Российская ассоциация искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://raai.org>. – Заглавие с экрана.

8. Российская ассоциация нейроинформатики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.niisi.ru/iont/ni> – Заглавие с экрана.

9. Машинное обучение. Основа искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/hub/machine_learning/. – Заглавие с экрана.

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 14 » мая 2020 г.

Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «15» мая 2021г.

Заведующий кафедрой _____  Белоусов А.В.

Директор института _____  Белоусов А.В.