

КОРПОРАТИВНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ
ФАУ «ЦАГИ»



«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник управления персоналом

О.А. Власова

20 24 г.

Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации

«Нейросетевые технологии и робастная оптимизация
в задачах аэродинамики»

г. Жуковский

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общая характеристика программы
 - Цель / задачи программы
 - Нормативно-правовая база
 - Объем, форма обучения и сроки освоения
2. Требования к результатам обучения / компетенции слушателей, формируемые в результате освоения программы
3. Содержание программы
 - Учебный план
 - Календарный учебный график
 - Тематический план
 - Рабочая программа
4. Организационно-педагогические условия реализации программы
5. Материально-техническое обеспечение
6. Учебно-методическое обеспечение
7. Оценка качества освоения программы

1. Общая характеристика программы

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации **«Нейросетевые технологии и робастная оптимизация в задачах аэродинамики»** (далее – Программа) предназначена для научных и инженерно-технических работников, специалистов и аспирантов, работающих в области авиа- и ракетостроения, а также студентов и слушателей авиационных высших учебных заведений.

Программа разработана на основе профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» (утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 04.03.2014г. № 121н).

Реализация программы направлена на повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

В Программе используются основные термины, определения и принятые сокращения:

Программа - дополнительная профессиональная программа повышения квалификации.

Академический час — отрезок времени для занятий, а также мера объёма материала, намечаемого к изучению в течение этого времени; 45 астрономических минут.

Зачет — форма проверки успешного усвоения учебного материала темы (модуля) в ходе лекций, самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация - контроль знаний, умений и навыков (компетенций), формируемых темой (модулем), проводимый в установленной Программой форме.

Итоговая аттестация — завершающий этап освоения программы обучения и направлена на установление уровня подготовки.

Учебный план — документ, определяющий перечень, трудоемкость, последовательность и распределение по периодам обучения тем (модулей) и иных видов учебной деятельности.

Цель / задачи программы

Целью программы является знакомство с теорией искусственных нейронных сетей, а также с многочисленными примерами применения нейросетевых технологий в задачах аппроксимации сложных функциональных зависимостей, возникающих в прикладной аэродинамике и при предварительном проектировании летательных аппаратов.

Предполагается также знакомство с теорией динамической ассоциативной памяти близко связанной с физикой неупорядоченных систем и теорией фазовых переходов. Вторая часть курса предполагает знакомство студентов с различными методами анализа неопределенностей, возникающих в различных прикладных задачах и изучение методов оптимизации при наличии вероятностных критериев и ограничений.

Для достижения цели Программы, в ходе её освоения решаются следующие **задачи:**

- научить студентов исходя из постановки соответствующих задач строить и обучать нейронные сети с архитектурой многослойный персептрон;
- научить студентов внедрять обученные нейронные сети в код прикладных программ предназначенных для решения различных задач аэродинамики

Нормативно правовая база

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации разработана на основе следующих нормативно-правовых актов:

- Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, (утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 01.07.2013 N 499);
- ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.04 «Авиастроение» (бакалавриат) (утвержден приказом Минобрнауки России 05.02.2018 № 81. Зарегистрирован приказом Минюста от 28.02.2018 № 50186);
- Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» (утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 04.03.2014г. № 121н);
- и других действующих нормативно-правовых актов.

Реализация Программы предусмотрена на базе ФАУ «ЦАГИ» в соответствии с Уставом и лицензией.

Объем программы, форма обучения и сроки освоения

Объем (трудоемкость) программы: 85 академических часа.

Продолжительность обучения: 15 недель.

Форма обучения: очная.

Общий нормативный максимальный объем учебной нагрузки обучающихся - 54 академических часа в неделю, включая все виды аудиторной, практической и самостоятельной работы.

Объем нормативной максимальной учебной нагрузки слушателей при обучении по очной и очно-заочной формам - 36 академических часов аудиторных занятий в неделю.

Итоги обучения: по окончании проводится итоговая аттестация в виде зачета.

По результатам итоговой аттестации при успешном освоении программы выдается удостоверение повышения квалификации установленного образца.

Требования к результатам обучения / компетенции слушателей, формируемые в результате обучения

Планируемые результаты обучения по Программе

В результате освоения программы слушатели должны:

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, прикладной математики и теоретической, и прикладной аэрогидромеханики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в механике сплошных сред и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной вычислительной технике (распараллеливание задачи);
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть и поставить корректную краевую задачу;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования;
- математическим моделированием физических задач в рамках метода граничного элемента и сеточных методов.

**Связь Программы
с профессиональным стандартом**

Профессиональный стандарт	Обобщенные трудовые функции	Трудовые функции	Уровень квалификации
«Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» (утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 04.03.2014г. № 121н)	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследованиях самостоятельных тем	Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований В/02.6	6

Формирование результатов освоения Программы с учетом профессионального стандарта

<p>Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» (утв. Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 04.03.2014г. № 121н)</p>	<p>ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.04 «Авиастроение» (бакалавриат) (утвержден приказом Минобрнауки России 05.02.2018 № 81. Зарегистрирован приказом Минюста от 28.02.2018 № 50186)</p>	<p>Компетенции</p>
<p>Трудовые функции</p>	<p>Профессиональные задачи</p>	
<p>Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований В/02.6</p>	<p>Разработка нейросетевых приложений для проведения численных экспериментов в области аэродинамики летательных аппаратов.</p> <p>Проведение расчетов по заданной методике и анализ полученных результатов с данными натурных и трубных экспериментов.</p> <p>Подготовка данных для составления обзоров, отчетов, научных публикаций.</p>	<p>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).</p> <p>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2).</p> <p>Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6).</p> <p>Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (ОПК-1).</p> <p>Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития авиационной отрасли и техники (ОПК-6).</p>

Учебный план Программы

№ п/п	Тема / модуль	Виды учебной работы, акад. час.				
		Всего	Контактная работа обучающихся с руководителем обучения			Самостоятельная работа
			Лекции	Промежуточная аттестация	Итоговая аттестация	
1	Тема 1. Знакомство с программой, документами СМК, утвержденными в Институте.	1	1			
2	Модуль 1	26	16	2		8
	Тема 2. Введение в нейроинформатику.	6	4			2
	Тема 3. Многослойный персептрон. Теорема Колмогорова. Теорема об универсальном аппроксиматоре.	6	4			2
	Тема 4. Обобщающая способность многослойного персептрона. Преодоление «проклятия размерности».	6	4			2
	Тема 5. Метод обратного распространения ошибки. Алгоритмы обучения многослойного персептрона	6	4			2
	Промежуточная аттестация.	2		2		
3	Модуль 2	44	28	2		14
	Тема 6. Понижение размерности данных. Метод главных компонент. Автоэнкодер (репликатор). Персептрон как генератор объектов.	6	4			2
	Тема 7. Принципы распознавания образов. Основные задачи. Выделение признаков. Линейные решающие функции. Логистическая регрессия.	6	4			2
	Тема 8. Персептрон Розенблатта. Алгоритм Розенблатта и его сходимость.	6	4			2
	Тема 9. Классификация образов с помощью функции правдоподобия.	6	4			2
	Тема 10. Сети на основе радиальных базисных функций (RBF). Карты самоорганизации.	6	4			2
	Тема 11. Динамически управляемые рекуррентные сети.	6	4			2

№ п/п	Тема / модуль	Виды учебной работы, акад. час.				
		Всего	Контактная работа обучающихся с руководителем обучения			Самостоятельная работа
			Лекции	Промежуточная аттестация	Итоговая аттестация	
	Тема 12. Нейронная сеть как ассоциативная память.	6	4			2
	Промежуточная аттестация.	2		2		
4	Модуль 3	12	8			4
	Тема 13. Сверточные сети. Глубокое обучение.	6	4			2
	Тема 14. Оптимизация в условиях стохастической неопределенности	6	4			2
5	Итоговая аттестация:	2			2	
	ИТОГО по программе:	85	53	4	2	26

Примерный календарный учебный график программы

Модуль / тема		Последовательность изучения материала (нед.)														Итого (ак.ч.)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15
Тема 1		Л - 1															1
Модуль 1	Тема 2	Л - 4 СР - 2															6
	Тема 3		Л - 4 СР - 2														6
	Тема 4			Л - 4 СР - 2													6
	Тема 5				Л - 4 СР - 2												6
	ПА					ПА - 2											2
Модуль 2	Тема 6					Л - 2 СР - 1	Л - 2 СР - 1										6
	Тема 7						Л - 2 СР - 1	Л - 2 СР - 1									6
	Тема 8							Л - 2 СР - 1	Л - 2 СР - 1								6
	Тема 9								Л - 2 СР - 1	Л - 2 СР - 1							6
	Тема 10									Л - 2 СР - 1	Л - 2 СР - 1						6
	Тема 11										Л - 2 СР - 1	Л - 2 СР - 1					6
	Тема 12											Л - 2 СР - 1	Л - 2 СР - 1				6
ПА												ПА - 2				2	
Модуль 3	Тема 13													Л - 4 СР - 2			6
	Тема 14														Л - 4 СР - 2		6
ИА																ИА - 2	2
ИТОГО (ак.ч.)		7	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	2	85

Примечание: применяемые сокращения видов учебных занятий: «Л» - лекция; «СР» - самостоятельная работа; «ПА» - промежуточная аттестация, «ИА» - итоговая аттестация. Цифра после сокращенного названия вида учебного занятий указывает количество отведенных на занятие академических часов.

Тематический план Программы

№ п/п	Тема / модуль	Кол-во ак. час.
1	Тема 1. Знакомство с программой, документами СМК, утвержденными в Институте.	1
2	Модуль 1	26
	Тема 2. Введение в нейроинформатику. Краткое введение в основы нейрофизиологии, биологический нейрон, основные параметры коры головного мозга. Нейронные биокomпьютер как основа интеллектуальной деятельности. Идея искусственного нейрона и искусственной нейронной сети. Типы искусственных нейронных сетей. Задачи решаемые с помощью нейронных сетей.	6
	Тема 3. Многослойный персептрон. Многослойный персептрон. Скрытые слои. Функции активации. Основные формулы описывающие работу персептрона. Теорема Колмогорова. Теорема о персептроне как об универсальном аппроксиматоре.	6
	Тема 4. Обобщающая способность многослойного персептрона. Преодоление «проклятия размерности». Теоремы Эндрю Баррона об обобщающая способность многослойного персептрона. Понятие «проклятия размерности» Преодоление «проклятия размерности» с помощью многослойного персептрона.	6
	Тема 5. Метод обратного распространения ошибки. Алгоритмы обучения многослойного персептрона. Проблемы обучения многослойных сетей нейронных сетей. Метод обратного распространения ошибки как способ вычисления градиента ошибки. Градиентные алгоритмы обучения нейронных сетей: BackProp, RProp, ADAM. Метод компьютерного отжига – неградиентный метод обучения нейронной сети.	6
	Промежуточная аттестация	2
3	Модуль 2	44
	Тема 6. Понижение размерности данных. Метод главных компонент. Нейронная сеть автоэнкодер (репликатор). Алгоритм определения внутренней размерности данных. Персептрон как генератор объектов с заданными характеристиками	6

№ п/п	Тема / модуль	Кол-во ак. час.
	Тема 7. Принципы распознавания образов. Основные подходы в задачах распознавания образов. Выделение признаков. Линейные решающие функции. Линейно разделимые классы. Логистическая регрессия. Построение нейросетевых экстракторов признаков.	6
	Тема 8. Персептрон Розенблатта. Первая в истории искусственная нейронная сеть и первый нейрокомпьютер «Марк 1» Ф. Розенблатта. Алгоритм Розенблатта и его сходимость. Искусственный нейрон МакКаллока и Питтсатеорема о представлении формальных логических функций нейронной сетью.	6
	Тема 9. Классификация образов с помощью функции правдоподобия. Элементы теории вероятностей, теорема Байеса. Функции распределения вероятностей в пространстве признаков. Байесовский классификатор. Пример построения Байесовского классификатора для анализа текстов на спам.	6
	Тема 10. Сети на основе радиальных базисных функций (РБФ). Карты самоорганизации. Нейронные сети на основе радиальных базисных функций. Преимущества и недостатки по сравнению с многослойными персептронами. Теорема об универсальных аппроксиматорах на основе РБФ сетей. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Категоризация данных как обучение без учителя.	6
	Тема 11. Динамически управляемые рекуррентные сети. Рекуррентные нейронные сети как средство предсказания временного ряда. Рекуррентность сети, как возможность выполнять одну и ту же задачу для каждого элемента последовательности. «Память» рекуррентных сетей как возможность учитывать предшествующую информацию. Динамическое управление рекуррентной сетью.	6
	Тема 12. Нейронная сеть как ассоциативная память. Полносвязная нейронная сеть Хопфилда. Правила Хебба как способ обучения хопфилдовской нейронной сети. Ассоциативная память. Емкость памяти на основе хопфилдовской нейронной сети. Фазовая диаграмма.	6
	Промежуточная аттестация	2
4	Модуль 3	12
	Тема 13. Сверточные сети. Глубокое обучение. Идея нейросетевого экстрактора признаков в задаче распознавания образов. Глубокая нейронная сеть. Свертка как основа глубоких нейронных сетей. Применение алгоритма обратного распространения ошибки для глубоких сетей. Примеры нейронных сетей глубокого обучения в задачах технического зрения.	6

№ п/п	Тема / модуль	Кол-во ак. час.
	<p>Тема 14. Оптимизация в условиях стохастической неопределенности (робастная оптимизация). Примеры задач оптимизации со случайными параметрами. Вероятностные критерии качества. Функции потерь и функции вероятности. Задача квантильной оптимизации. Примеры оптимизации в условиях стохастической неопределенности.</p>	6
5	Итоговая аттестация	2
	ИТОГО:	85

Рабочий план по Программе

№ п/п	Тема / модуль	Виды учебной работы, академических часов				
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа
			Лекции	Промежуточная аттестация	Итоговая аттестация	
1	<p>Тема 1. Знакомство с программой, документами СМК, утвержденными в Институте.</p> <p>Ознакомление с Уставом ФАУ «ЦАГИ», Лицензией на осуществление образовательной деятельности, П СМК 23-2020 «Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности в корпоративном университете управления персоналом ФГУП «ЦАГИ» и другими локальными актами, в том числе размещенными на univer.tsagi.ru</p>	1	1			
2	Модуль 1	26	16	2		8
	<p>Тема 2. Введение в нейронинформатику.</p> <p>Краткое введение в основы нейрофизиологии, биологический нейрон, основные параметры коры головного мозга. Нейронные биоконьютер как основа интеллектуальной деятельности. Идея искусственного нейрона и искусственной нейронной сети. Типы искусственных нейронных сетей. Задачи решаемые с помощью нейронных сетей.</p>	6	4			2
	<p>Тема 3. Многослойный персептрон.</p> <p>Многослойный персептрон. Скрытые слои. Функции активации. Основные формулы описывающие работу персептрона. Теорема Колмогорова. Теорема о персептроне как об универсальном аппроксиматоре.</p>	6	4			2
	<p>Тема 4. Обобщающая способность многослойного персептрона. Преодоление «проклятия размерности».</p> <p>Теоремы Эндрю Баррона об обобщающая способность многослойного персептрона. Понятие «проклятия размерности» Преодоление «проклятия размерности» с помощью многослойного персептрона.</p>	6	4			2

№ п/п	Тема / модуль	Виды учебной работы, академических часов				
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа
			Лекции	Промежуточная аттестация	Итоговая аттестация	
	Тема 5. Метод обратного распространения ошибки. Алгоритмы обучения многослойного персептрона. Проблемы обучения многослойных сетей нейронных сетей. Метод обратного распространения ошибки как способ вычисления градиента ошибки. Градиентные алгоритмы обучения нейронных сетей: BackProp, RProp, ADAM. Метод компьютерного отжига – неградиентный метод обучения нейронной сети.	6	4			2
	Промежуточная аттестация			2		
3	Модуль 2	44	28	2		14
	Тема 6. Понижение размерности данных. Метод главных компонент. Нейронная сеть автоэнкодер (репликатор). Алгоритм определения внутренней размерности данных. Персептрон как генератор объектов с заданными характеристиками	6	4			2
	Тема 7. Принципы распознавания образов. Основные подходы в задачах распознавания образов. Выделение признаков. Линейные решающие функции. Линейно разделимые классы. Логистическая регрессия. Построение нейросетевых экстракторов признаков.	6	4			2
	Тема 8. Персептрон Розенблатта. Первая в истории искусственная нейронная сеть и первый нейрокомпьютер «Марк 1» Ф. Розенблатта. Алгоритм Розенблатта и его сходимость. Искусственный нейрон МакКаллока и Питтса, теорема о представлении формальных логических функций нейронной сетью.	6	4			2
	Тема 9. Классификация образов с помощью функции правдоподобия. Элементы теории вероятностей, теорема Байеса. Функции распределения вероятностей в пространстве признаков. Байесовский классификатор. Пример построения Байесовского классификатора для анализа текстов на спам.	6	4			2

№ п/п	Тема / модуль	Виды учебной работы, академических часов				
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа
			Лекции	Промежуточная аттестация	Итоговая аттестация	
	Тема 10. Сети на основе радиальных базисных функций (РБФ). Карты самоорганизации. Нейронные сети на основе радиальных базисных функций. Преимущества и недостатки по сравнению с многослойными перцептронами. Теорема об универсальных аппроксиматорах на основе РБФ сетей. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Категоризация данных как обучение без учителя.	6	4			2
	Тема 11. Динамически управляемые рекуррентные сети. Рекуррентные нейронные сети как средство предсказания временного ряда. Рекуррентность сети, как возможность выполнять одну и ту же задачу для каждого элемента последовательности. «Память» рекуррентных сетей как возможность учитывать предшествующую информацию. Динамическое управление рекуррентной сетью.	6	4			2
	Тема 12. Нейронная сеть как ассоциативная память. Полносвязная нейронная сеть Хопфилда. Правила Хебба как способ обучения хопфилдовской нейронной сети. Ассоциативная память. Емкость памяти на основе хопфилдовской нейронной сети. Фазовая диаграмма.	6	4			2
	Промежуточная аттестация	2		2		
4	Модуль 3	12	8			4
	Тема 13. Сверточные сети. Глубокое обучение. Идея нейросетевого экстрактора признаков в задаче распознавания образов. Глубокая нейронная сеть. Свертка как основа глубоких нейронных сетей. Применение алгоритма обратного распространения ошибки для глубоких сетей. Примеры нейронных сетей глубокого обучения в задачах технического зрения.	6	4			2

№ п/п	Тема / модуль	Виды учебной работы, академических часов				
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа
			Лекции	Промежуточная аттестация	Итоговая аттестация	
	Тема 14. Оптимизация в условиях стохастической неопределенности (робастная оптимизация). Примеры задач оптимизации со случайными параметрами. Вероятностные критерии качества. Функции потерь и функции вероятности. Задача квантильной оптимизации. Примеры оптимизации в условиях стохастической неопределенности.	6	4			2
5	Итоговая аттестация	2			2	
6	ИТОГО:	85	53	4	2	26

4. Организационно-педагогические условия реализации программы

Образовательный процесс осуществляется на основе учебного плана.

Кадровое обеспечение образовательной программы строится на основе оптимального сочетания практического и научно-педагогического опыта руководителей обучения.

Реализация дополнительной образовательной программы обеспечена научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю преподаваемого учебного материала, занимающимися педагогической, научной, научно-методической и / или практической деятельностью по профилю преподаваемой дисциплины.

Для чтения лекций привлекаются ведущие ученые, а также квалифицированные специалисты ФАУ «ЦАГИ».

Обучение по программе организуется путем проведения лекционных занятий, самостоятельной работы слушателей и итоговой аттестации. Реализация программы предполагает применение технических средств обучения (компьютерных).

При проведении лекционных занятий руководитель обучения регламентирует темп изложения учебного материала, который позволяет слушателям при необходимости производить записи. При необходимости слушатели могут получить у руководителя обучения учебный материал в электронном виде.

Программой предусматривается самостоятельная работа, которая имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, поиск и приобретение новых знаний.

5. Материально-техническое обеспечение

ФАУ «ЦАГИ» обладает необходимой современной материально-технической базой для организации учебного процесса. Все помещения, задействованные для организации и проведения обучения, соответствуют требованиям санитарно-эпидемиологических стандартов и обязательным противопожарным нормам. В учебных аудиториях и офисных помещениях есть централизованное отопление, системы водоснабжения и канализации.

Учебная аудитория, оснащенная:

1. Ноутбук, мультимедийный проектор, экран, доска;
2. Магнитомаркерная доска, маркеры и бумага.

На лекционных занятиях могут использоваться мультимедийные технологии, связанные с демонстрацией презентаций.

6. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Теория нейронных сетей [Текст]. Кн.1 : учеб. пособие для вузов / А. И. Галушкин .— М : Ред. журнала "Радиотехника", 2000 .— 416 с.
2. Нейронные сети [Текст] : полный курс / С. Хайкин ; пер. с англ. Н. Н. КуССуль, А. Ю. Шелестова ; под ред. Н. Н. КуССуль .— 2-е изд., испр. — М. : Вильямс, 2006 .— 1103 с.
3. Нейронные сети: история развития теории [Текст]. Кн. 5 : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А. И. Галушкина, Я. З. Цыпкина .— М. : ИПРЖР, 2001 .— 840 с.
4. Нейронные сети: история развития теории [Текст]. Кн. 5 : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А. И. Галушкина, Я. З. Цыпкина .— М. : ИПРЖР, 2001 .— 840 с.
5. Ф. Уоссерман. Нейрокомпьютерная техника. Москва: Мир,1992.
6. А.Н. Горбань, Д.А. Россиев. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск: Наука, 1996.
7. Измайлов А.Ф., Солодов М.И. Численные методы оптимизации. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
8. Островский Г.М., Волин Ю.М. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

Дополнительная литература:

1. Нечеткие множества и нейронные сети [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. Э. Яхьяева .— М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006 .— 316 с.
2. Теория нейронных сетей [Текст]. Кн.1 : учеб. пособие для вузов / А. И. Галушкин .— М : Ред. журнала "Радиотехника", 2000 .— 416 с.
3. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. Н. Д. Егупова .— 2-е изд., стереотип. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 .— 744 с.
4. Основы робастного управления (H - теория) [Текст] : учебное пособие / А. С. Позняк ; Гос. ком. РСФСР по делам науки и высшей школы ; Московский физико-технический ин-т .— М. : МФТИ, 1991 .— 128 с.
5. Ф. Розенблатт. Принципы нейродинамики. Москва: Мир, 1965.
6. С.О. Мкртчян. Нероны и нейронные сети. Москва: Энергия, 1971.
7. Г.Шеперед. Нейробиология. Тт. 1-2, Москва: Мир, 1987.
8. Ф.Блум, А Лейзерсон, Л. Хофстедтер. Мозг, разум и поведение. Москва: Мир, 1988.
9. Кан Ю.С., Кибзун А.И. Задачи стохастического программирования с вероятностными критериями. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.

7. Оценка качества освоения программы

Руководитель обучения самостоятельно устанавливает средства и методы текущего контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций (опросы, типовые задания, контрольные работы, тесты и др.).

Контроль результатов освоения учебного материала Программы осуществляется в форме итоговой аттестации и служит формой проверки усвоения слушателями учебного материала программы.

Итоговая аттестация проводится в форме зачета (устного собеседования), что позволяет проверить качество изученного материала программы.

Содержание итоговой аттестации включает не менее одного теоретического вопроса из тематического плана, что позволяет проверить качество изученного материала Программы, а также оценить полученные слушателем знания и освоенные профессиональные компетенции.

Итоговая аттестация осуществляется руководителем обучения, который непосредственно проводил учебные занятия со слушателями.

Показатели и критерии оценки результатов освоения программы:

Оценивание проводится по шкале «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» ставится, если слушатель дал осмысленный ответ, полный по содержанию, иногда требующий лишь незначительных уточнений и дополнений, которые слушатель может сделать самостоятельно после наводящих вопросов. Дополнительные вопросы могут вызывать затруднения, однако, слушатель понимает основные положения учебного материала, оперирует основными понятиями темы/модуля.

Оценка «не зачтено» ставится, если слушатель не может изложить содержание изученного материала, не знает основных понятий темы/модуля, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы.

Контрольные вопросы

Промежуточная аттестация

Модуль 1

1. Искусственный нейрон, архитектуры нейронных сетей.
2. Многослойный персептрон как универсальный аппроксиматор.
3. Обобщающая способность многослойного персептрона.
4. Преодоление «проклятия размерности».
5. Алгоритм обратного распространения ошибки.
6. Алгоритмы обучения многослойного персептрона

Модуль 2

1. Понижение размерности данных.
2. Метод главных компонент. Автоэнкодер (репликатор).
3. Персептрон как генератор объектов.
4. Принципы распознавания образов. Основные задачи. Выделение признаков.
5. Линейные решающие функции. Логистическая регрессия.
6. Персептрон Розенблатта. Алгоритм Розенблатта и его сходимость.
7. Классификация образов с помощью функции правдоподобия.

Модуль 3

1. Нейросетевого экстрактора признаков в задаче распознавания образов
2. Глубокая нейронная сеть как сверточная сеть с пуллингом и паддингом.
3. Применение алгоритма обратного распространения ошибки для глубоких сетей.
4. Примеры нейронных сетей глубокого обучения в задачах технического зрения.
5. Примеры задач оптимизации со случайными параметрами.
6. Вероятностные критерии качества. Функции потерь и функции вероятности.
7. Задача квантильной оптимизации.

Итоговая аттестация

1. Многослойный персептрон. Рекуррентные формулы прямого прохода.
2. Метод обратного распространения. Вычисление градиента ошибки.
3. Алгоритмы обучения многослойного персептрона.

4. Многослойный перцептрона универсальный аппроксиматор.
5. Алгоритмы RProp и ADAM.
6. Карты самоорганизации Кохоненна и RBF сети.
7. Полносвязные нейронные сети. Нейронная сеть как ассоциативная память.
8. Логистическая регрессия в теории распознавания образов.
9. Сверточные нейронные сети. Глубокое обучение.
10. Вероятностная и квантильная оптимизации.