

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н. _____
(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«24» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы навигации и управления с искусственным интеллектом»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.05.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а) _____
ст. преподаватель _____
(должность, уч. степень, звание) Ускова Н.И. Ускова
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13
«24» июня 2024 г, протокол №_11

Заведующий кафедрой № 13
к.т.н. _____
(уч. степень, звание) Овчинникова Н.А. Овчинникова
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе
доц., к.т.н. _____
(должность, уч. степень, звание) Таратун В.Е. Таратун
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Системы навигации и управления с искусственным интеллектом» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-6 «Способен формировать новые направления научных исследований и опытно- конструкторских разработок»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением искусственного интеллекта и новых возможностей в сфере воздушного транспорта: системы навигации и управления.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, семинары, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися знаний основ искусственного интеллекта (ИИ); современных тенденций развития в области аэронавигации и того, как ИИ меняет функциональные свойства управления воздушным движением, повышая эффективность безопасного выполнения полётов. Получение обучающимися умений и навыков использования ИИ для автоматизации задач управления и навигации, в том числе решения задач в режиме реального времени.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-6.3.1 знать современные тенденции развития приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации летательных аппаратов и техники в целом ПК-6.У.1 уметь на основе новых знаний формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок ПК-6.В.1 владеть современными методами аналитического анализа, математического и имитационного моделирования, постановки экспериментальных исследований

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Мат.анализ,
- Физика,
- Экономика,
- Информатика,
- Математика. Теория вероятностей и математическая статистика,
- Электротехника,
- Электроника,
- Информационные технологии в профессиональной деятельности,
- Основы теории управления,
- Аэродинамика и динамика полета,
- Теория гироскопов и гиростабилизаторов,

- Основы теории пилотажно-навигационных комплексов,
- Интеллектуальные системы,
- Цифровые системы управления и обработки информации,
- Гироскопические приборы и системы,
- Системы управления летательными аппаратами,
- Технические средства навигации и управления движением,
- Основы автоматизированного проектирования,
- Моделирование приборов и систем управления летательных аппаратов,
- Инерциальные навигационные системы,
- Эксплуатация и испытания приборов и систем управления летательных аппаратов,
- Обработка навигационной информации.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Современная теория управления,
- Системы ориентации и управления космическими аппаратами,
- Микросистемы ориентации и навигации,
- Учебная практика научно-исследовательская работа.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№10
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	51	51
Аудиторные занятия, всего час.	85	85
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	59	59
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: ** кандидатский экзамен

[Трудоемкость, распределенная на часы практической подготовки не должна превышать общую трудоемкость по виду учебной работы].

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 10					
Раздел 1. Основы теории интеллектуальных систем управления	6	3	6		12
Раздел 2. Технологии нечеткой логики и методика синтеза нечетких алгоритмов управления	7	2			15
Раздел 3. Использование технологий экспертных систем и нейросетевых структур	7	12	10		8
Раздел 4. Системы автоматического управления (САУ) с искусственным интеллектом	7				15
Раздел 5. Применение искусственного интеллекта и новые возможности в сфере воздушного транспорта.	7		18		9
Итого в семестре:	34	17	34		59
Итого	34	17	34	0	59

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	<p>Основы теории интеллектуальных систем управления</p> <p>Основы построения интеллектуальных систем: Общая проблематика теории искусственного интеллекта. Реализация принципов ситуационного управления в автоматических системах. Структура интеллектуальной системы управления. Построение системы интеллектуального управления сложным динамическим объектом.</p> <p>Обработка знаний: Продукционная модель. Семантические сети. Фреймы. Формальные логические модели. Объектно-ориентированная модель.</p> <p>Методы обучения и настройки интеллектуальных систем: Организация процессов обучения и самообучения. Кластерный анализ. Методы правдоподобного вывода. Принцип сходства. Принцип различия. Принцип остатков. Принцип сопутствующих изменений. Структура стандартного генетического алгоритма. Практическое применение генетических алгоритмов.</p>
Раздел 2.	<p>Технологии нечеткой логики и методика синтеза нечетких алгоритмов управления</p> <p>Особенности нечеткого логического вывода в задачах</p>

	<p>управления динамическими объектами: Этапы разработки алгоритмов управления Динамическими объектами. Факторы эффективности логико-лингвистических моделей управления. Зависимость между входным и выходным параметрами односвязной нечеткой модели управления. Определение граничных значений входного параметра односвязной модели нечеткого управления. графическая интерпретация процедуры нечеткого логического вывода. Изменение характера преобразований в односвязной модели нечеткого управления. Принципы построения систем нечеткого управления.</p> <p>Синтез нечетких регуляторов: Принципы построения логико-лингвистических моделей управления и разработаны методологические основы конструирования нечетких регуляторов. Теорией нечетких множеств и классической теорией вероятностей. Методики формирования логико-лингвистических моделей объектов управления. Марковский процесс. Обобщенные потоки Эрланга. Моделирования объектов управления на основе теории марковских процессов и обобщенных потоков Эрланга. Этапы построения логико-лингвистической модели объекта управления.</p>
Раздел 3.	<p>Использование технологий экспертных систем и нейросетевых структур</p> <p>Экспертные системы (ЭС). Управление в ЭС. Технологии экспертных систем. Примеры экспертных систем. Классификация инструментальных средств реализации.</p> <p>Применение нейросетевых моделей для построения продукционных правил экспертных систем: Общий вид продукционных правил и обзор существующих методов их формирования. Формирование нейросетевой модели для построения продукционных правил. Применение нейросетевых моделей для построения продукционных правил.</p>
Раздел 4.	<p>САУ с искусственным интеллектом</p> <p>Интеллектуальная САУ с экспертным регулятором: Структурная схема интеллектуальной системы управления (ИСУ) с регулятором параллельного типа. Экспертный регулятор.</p> <p>Интеллектуальная САУ с экспертно-нейросетевым регулятором.</p> <p>Интеллектуальные САУ с нечетким регулятором.</p> <p>Сравнительный анализ функциональных возможностей нечеткого и ПИД-регуляторов.</p>
Раздел 5.	<p>Применение искусственного интеллекта и новые возможности в сфере воздушного транспорта.</p> <p>Аэронавигация и производство.</p> <p>Интеллектуальные системы управления беспилотными летательными аппаратами.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------------------------	----------------------

Семестр 10					
	Построение системы интеллектуального управления сложным динамическим объектом.	групповая дискуссии	3		1
	Экспертные системы	решение задач	2		3
	Нечеткие системы	решение задач	2		2
	Нейронные сети	решение задач	2		3
	Обучение нейронных сетей в Matlab – задача аппроксимации	разбор и обсуждение	4		3
	Обучение нейронных сетей в Matlab – задача классификации	разбор и обсуждение	4		3
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 10				
	Изучение работы перцептрона в системе Matlab	2		3
	Формирование базы данных	2		3
	Разработка экспертных систем.	3		3
	Разработка нечетких экспертных систем.	3		3
	Использование генетических алгоритмов для автоматического формирования баз знаний интеллектуальных систем управления роботами.	6		1
	Организация процессов пополнения и обобщения знаний в интеллектуальных системах управления роботами с элементами самообучения.	6		5
	Распознавание изображений на основе комплексного применения преобразований Уолша и аппарата нечеткой логики.	6		5
	Интеллектуальный человеко-машинный интерфейс и планирование целесообразного поведения автономных роботов на основе фреймообразных структур.	6		5
Всего		34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 10, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	9	9
Всего:	59	59

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
 Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
 Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
 Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Люггер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-ое изд. / Пер. с англ. М.: Издат. дом «Вильямс», 2003.	
	Искусственный интеллект. В 3 кн. Кн. 2. Модели и методы: Справочник / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Радио и связь, 1990.	
	Мелихов А.Н., Берштейн Л.С. Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. М.: Наука, 1990.	
	Рутковская Д., Пшшньский М. Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Горячая линия - Телеком, 2004.	
	Еремин Д.М., Гарцев И.Б. Искусственные нейронные сети в интеллектуальных системах управления. М.:	

	МИРЭА, 2004.	
	Голицын Г.А., Фоминых И.Б. Интеграция нейросетевой технологии с экспертными системами. // Труды 5-ой национальной конф. по искусств. интеллекту (КИИ-96). Казань, 1996.	
	Прикладные нечеткие системы / Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. М.: Мир, 1993.	
	Лохин В.М., Макаров И.М., Манько С.В., Романов М.П. Методические основы аналитического конструирования регуляторов нечеткого управления // Известия РАН. Теория и системы управления. - 1999. № 5.	
	Представление и использование знаний / Пер. с яп. Под ред. Х. Чжо, М. Исидзука, М.: Мир, 1989.	
	Sysoev A.S., Blyumin S.L., Scheglevatykh R.V. Approach to sensitivity analysis of neural network models based on analysis of Finite Fluctuations // Proceedings of the 14th International Conference on Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2019), Minsk, Belarus, 21–23 May 2019. – Minsk, Belarus, 2019. – P. 97–100	
	Хабибуллина Е.Л., Погодаев А.К. Нейро-нечеткие алгоритмы экспертной системы в задаче управления транспортными потоками // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы : материалы V Всероссийской Поспеловской конференции с международным участием, г. Зеленоградск 18–20 мая 2020 г. / Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта. – Зеленоградск, 2020. – С. 384–392	
	Duch W., Setiono R., Zurada M.J. Computational intelligence methods for rule-based data understanding // Proceedings of the IEEE (P IEEE), June 2004 / Institute of Electrical and Electronics Engineers. – 2004. – P. 771–805	
	Хижняков Ю.Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 160 с.	
	Григорьева Д.Р., Гареева Г.А., Басыров Р.Р. Основы нечеткой логики: учеб.-метод. пособие к практ. занятиям и лаб. работам. – Набережные Челны: Изд-во НЧИ КФУ, 2018. – 42 с.	
	Погодаев А.К., Хабибуллина Е.Л., Инютин Д.М. Применение нейросетевых моделей для построения продукционных правил экспертных систем // Прикладная математика и вопросы управления. – 2021. – № 2. – С. 71–90.	

	Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.И. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 2004	
	Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации : [в 2 ч.]/ О.А. Степанов ; ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор" ; СПбГУ ИТМО .— СПб. : Электроприбор, 2017 .	
	Емельянцева Г. И., Степанов А. П. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации, ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, 2016	
	Колесов Н.В., Толмачева М.В., Юхта П.В. Системы реального времени. Планирование, анализ, диагностирование - СПб.: Изд-во ЦНИИ «Электроприбор», 2014. 185 с.	
	Ricardo V. Pilon Artificial Intelligence in Commercial Aviation. London. 2023. – 258p.	
	Антохина Ю. А., Кричевский М. Л., Мартынова Ю. А., Оводенко А. А. Искусственный интеллект. Инноватика: учеб. пособие – СПб.: ГУАП, 2023. – 320 с.	
	Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 268 с.	
	Калашников С. Н., Буинцев В. Н., Мартусевич Е. А. и др. Особенности применения информационных экспертных систем в металлургии на основе интеллектуальной обработки данных и знаний // Инженерный вестник Дона. 2020. № 1(61). – С. 18.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
habr.com	Хабр
stepik.org	Stepik
docs.exponenta.ru	документацию MATLAB на русском языке
https://cloud.google.com/deep-learning-containers	Deep Learning Containers
https://datasetsearch.research.google.com/	Dataset Search

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты;

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Основы построения интеллектуальных систем	ПК-6.3.1
2.	Представление знаний в системах искусственного интеллекта	ПК-6.У.1
3.	Методы обучения и настройки интеллектуальных систем	ПК-6.В.1
4.	Этапы разработки алгоритмов управления Динамическими объектами	ПК-6.3.1
5.	Факторы эффективности логико-лингвистических моделей управления	ПК-6.У.1
6.	Принципы построения систем нечеткого управления	ПК-6.В.1
7.	Принципы построения логико-лингвистических моделей управления и разработаны методологические основы конструирования нечетких регуляторов	ПК-6.3.1
8.	Моделирования объектов управления на основе теории марковских процессов и обобщенных потоков Эрланга.	ПК-6.У.1
9.	Этапы построения логико-лингвистической модели	ПК-6.В.1

	объекта управления.	
10.	Технологии экспертных систем. Примеры экспертных систем. Классификация инструментальных средств реализации.	ПК-6.3.1
11.	Классификация функций принадлежности	ПК-6.У.1
12.	Применение нейросетевых моделей для построения продукционных правил экспертных систем	ПК-6.В.1
13.	Интеллектуальная САУ с экспертным регулятором.	ПК-6.3.1
14.	Интеллектуальная САУ с экспертно-нейросетевым регулятором.	ПК-6.У.1
15.	Интеллектуальные САУ с нечетким регулятором.	ПК-6.В.1
16.	Сравнительный анализ функциональных возможностей нечеткого и ПИД-регуляторов.	ПК-6.3.1
17.	ИИ в авионавигация..	ПК-6.У.1
18.	Интеллектуальные системы управления беспилотными летательными аппаратами	ПК-6.В.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Укажите характеристики нечётких множеств, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: а) Функция принадлежности, ядро б) Мат.ожидание, дисперсия, корреляция с) Лингвистические переменные	ПК-6.3.1
2.	Укажите правильную постановку задачи для нечёткой регрессии, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: а) определить функции принадлежности для нечеткого множества коэффициентов регрессии б) определить корни характеристического уравнения с) определить значение интеграла	ПК-6.У.1
3.	Укажите необходимое условие физической реализуемости системы управления, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	ПК-6.В.1


	<ul style="list-style-type: none"> a) Корни характеристического уравнения мнимые b) Порядок числителя передаточной функции равен или меньше порядка знаменателя c) Наличие обратной связи 	
4.	<p>Что такое отрицательная обратная связь в системе автоматического управления? Выберите правильный ответ:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) такая связь, которая замедляет (имеет отрицательную производную) ошибку регулирования b) отсутствие связи от выхода ко входу c) это такая связь выходного сигнала системы с входным, при которой отклонение выходного сигнала одного знака вызывает изменение входного сигнала противоположного знака 	ПК-6.3.1
5.	<p>Определите полное ортогональное семантическое пространство, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) максимум функции принадлежности равен 1 b) лингвистическая переменная принимает значение “единица” c) сумма по универсуму функцию принадлежности равна 1 	ПК-6.У.1
6.	<p>Что такое ненормальное нечёткое множество? Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) интеграл функции принадлежности не стремится к бесконечности b) функция принадлежности не распределена по Гауссу c) у функции принадлежности нет ядра 	ПК-6.В.1
7.	<p>Что является составляющими системного анализа? Выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) синтез b) анализ c) декомпозиция 	ПК-6.3.1
8.	<p>Выберите все верные утверждения, касающиеся эффекта переобучения модели.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) в англоязычной литературе термин переобучение определяется словом overfitting b) чем выше степень полинома, тем выше риск переобучения модели c) явно переобученная модель показывает хорошие результаты 	ПК-6.У.1

	<p>на обучающих данных и заметно худшие на тестовых</p> <p>d) чем выше степень переобучения, тем выше обобщающие способности обучаемой модели</p> <p>e) почти каждая модель в машинном обучении имеет ту или иную степень переобучения</p>	
9.	<p>Выберите все верные утверждения, касающиеся функции потерь.</p> <p>a) существует большое множество различных функций потерь и разработчик сам выбирает ту или иную для каждой конкретной задачи</p> <p>b) функции потерь, как правило, вычисляют свое значение на основе выхода модели $a(x_i)$ и соответствующим целевым значением y_i</p> <p>c) функция потерь возрастает, когда увеличивается по модулю ошибка $y_i - a(x_i)$ и убывает, когда модуль этой ошибки уменьшается</p> <p>d) функция потерь возрастает, когда убывает по модулю ошибка $y_i - a(x_i)$ и убывает, когда модуль этой ошибки возрастает</p> <p>e) если функция потерь равна нулю, значит выход модели точно совпадает с целевым значением</p>	ПК-6.В.1
10.	<p>Что позволяет оценить Диаграмма Ламерея? Выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>a) перерегулирование системы</p> <p>b) наличие и устойчивость автоколебаний</p> <p>c) амплитуду автоколебаний</p>	ПК-6.3.1
11.	<p>Отметьте все преимущества алгоритма SGD в сравнении с классическим градиентным спуском. Выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>a) более плавная траектория движения к точки минимума</p> <p>b) малый объем вычислений</p> <p>c) можно использовать при потоковом обучении (когда наблюдения поступают непрерывно на вход алгоритма и обучающую выборку можно не сохранять в памяти)</p> <p>d) может быть использован с недифференцируемыми функциями потерь</p> <p>e) на очень больших выборках можно использовать только ее часть для обучения алгоритма</p>	ПК-6.У.1
12.	<p>Отметьте все недостатки алгоритма SGD (включая общие для всех градиентных алгоритмов). Выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>a) получение переобученных моделей</p> <p>b) "скачущая" траектория при движении к точки минимума</p>	ПК-6.В.1

	<ul style="list-style-type: none"> c) застревание в локальных оптимумах d) невозможность использования в задачах с Big Data (больших данных) e) подбор гиперпараметров (шаг обучения, скорость «забывания», критерии останова и т.п.) 	
13.	<p>Выберите все верные утверждения, касающиеся постановки задачи машинного обучения.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) под обучением понимают настройку модели (алгоритма) так, чтобы для объектов обучающей выборки выходные значения модели в среднем были как можно ближе к соответствующим целевым значениям b) правильно обученная модель (алгоритм) всегда выдает верные целевые значения (никогда не ошибается) c) на вход модели (алгоритма) подается вектор признаков того или иного образа, а на выходе формируется число или вектор целевых значений d) обученная модель (алгоритм) должна обладать обобщающей способностью, то есть, корректно обрабатывать входные данные той же "природы", что были в обучающей выборке 	ПК-6.3.1
14.	<p>Сделайте сопоставление методов нечетких выражений. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сумма (t-норма) метод Гамахера • сумма (t-норма) метод PROD • сумма (t-норма) метод MAX-MIN • $\frac{\mu(A) * \mu(B)}{\mu(A) + \mu(B) - \mu(A) * \mu(B)}$ • $\mu(A) * \mu(B)$ • $\text{MIN}(\mu(A), \mu(B))$ 	ПК-6.У.1
15.	<p>Предположим, используется метод k-fold для оценки переобученности модели. Выберите все разумные варианты формирования итоговой модели. Выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) выбрать одну модель из k полученных случайным образом b) при каждом разбиении выборки дообучать модель, формируя только ее одну (вместо k моделей) c) выбрать одну модель, которая показала лучшие результаты на своем разбиении d) усреднение результатов от всех k моделей 	ПК-6.В.1
16.	<p>Выполните сопоставление нечетких операций множеств A и B. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце:</p> <ul style="list-style-type: none"> • отрицание НЕ A • дизъюнкция A ИЛИ B • конъюнкция A И B • импликация A ->B • $\text{MIN}(\mu(A), \mu(B))$ • $1 - \mu(A)$ • $\text{MAX}(1 - \mu(A), \mu(B))$ • $\text{MAX}(\mu(A), \mu(B))$ 	ПК-6.3.1

17.	<p>Сопоставьте нечеткие операции нечетких множеств А и В. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце:</p> <ul style="list-style-type: none"> • конъюнкция • дизъюнкция • импликация 	<ul style="list-style-type: none"> • А ->В • А И В • А ИЛИ В
18.	<p>По таблице преобразования Лапласа сделайте правильные сопоставления изображения F(s) и оригинала функции f(t), каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $exp(t)$ • $df(t)/dt$ • $sin(w * t)$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $1/(s + 1)$ • $s * F(s)$ • $w/(s^2 + w^2)$
19.	<p>Установите соответствия между формулами и названиями функций потерь. Каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $loss(w,xi,yi)=(1-wT \cdot xi \cdot yi)+$ • $loss(w,xi,yi)=log_2(1+e^{-wT \cdot xi \cdot yi})$ • $loss(w,xi,yi)=(1-wT \cdot xi \cdot yi)^2$ • $loss(w,xi,yi)=2 \cdot (1+exp(wT \cdot xi \cdot yi))^{-1}$ • $loss(w,xi,yi)=exp(-wT \cdot xi \cdot yi)$ 	<ul style="list-style-type: none"> • экспоненциальная • сигмоидальная • логарифмическая • кусочно-линейная • квадратичная
20.	<p>Установите соответствия между названиями методов оценивания степени переобучения модели и их описаниями. Каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце:</p> <ul style="list-style-type: none"> • hold-out • k-fold (cross-validation) 	<ul style="list-style-type: none"> • разбиение выборки на две части с последующим обучением на одной (большей) и проверкой качества обученной модели на другой • обучение модели по всей выборке с отбрасыванием из нее по одному наблюдению (образу); тестирование

	<ul style="list-style-type: none"> • leave-one-out 	<p>каждого этапа обучения происходит по одному отброшенному образцу выборки</p> <ul style="list-style-type: none"> • обучение модели по всей выборке с отбрасыванием из нее по одному наблюдению (образу); тестирование каждого этапа обучения происходит по одному отброшенному образцу выборки 	
21.	<p>Установите последовательность этапов создания нечеткой системы управления. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <ol style="list-style-type: none"> а. применение методов нечеткого вывода (например, Мамдани или Сугено) б. дефазификация с. определение лингвистических переменных д. формирование базы правил е. фазификация 		ПК-6.В.1
22.	<p>Расположите по порядку (сверху-вниз) шаги работы алгоритма стохастического градиентного спуска (SGD). Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <ol style="list-style-type: none"> а. пересчет функционала качества (после изменения весов w): $Q = \lambda \epsilon_k + (1 - \lambda) \cdot Q$ б. вычисление функции потерь $\epsilon_k = L_k(w)$ с. начало цикла д. проверка условия завершения цикла е. инициализация весов w некоторыми начальными значениями ф. случайный выбор наблюдения x_k из обучающего набора данных г. шаг псевдоградиентного алгоритма: $w_n = w_{n-1} - \eta \cdot \partial L_k(w) / \partial w$ h. вычисление начального значения функционала качества Q (среднего эмпирического риска) 		ПК-6.3.1
23.	<p>В чём отличие нечёткой логической формы от классического подхода в логических выводах? Запишите развернутый обоснованный ответ.</p>		ПК-6.У.1
24.	<p>Дайте пример лингвистической переменной. Запишите развернутый обоснованный ответ</p>		ПК-6.В.1
25.	<p>Определить коэффициент демпфирования колебательного звена $W(s) = 1 / (4s^2 + 0.4s + 1)$ Запишите численный ответ.</p>		ПК-6.3.1

26.	<p>Используя рисунок приведите дефизификацию методом центра тяжести нечеткой переменной X. Запишите решение и численный ответ.</p> 	ПК-6.У.1
27.	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ .</p> <p>Продолжите программу, в которой задана тестовая выборка в виде набора образов с двумя признаками x_1, x_2 и соответствующими метками двух классов:</p> <pre>x_test = np.array([(-5, 2), (-4, 6), (3, 2), (3, -3), (5, 5), (5, 2), (-1, 3)]) y_test = np.array([1, 1, 1, -1, -1, -1, -1])</pre> <p>Также в программе определен вектор параметров w модели $a(x)$, задающие ориентацию разделяющей линии:</p> <pre>w = np.array([-8/3, -2/3, 1])</pre> <p>Необходимо вычислить показатель качества Q в соответствии с формулой:</p> $Q = \sum_i [M_i < 0]$ <p>где $M_i = y_i \cdot \langle w, x_i \rangle$ - отступ для i-го образа; $[\]$ - скобки нотации Айверсона.</p> <p>Выведите полученное значение Q в виде целого числа на экран.</p>	ПК-6.В.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Согласно таблице 4. С представлением демонстрационного материала и интерактивной работой с обучающимися.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

Согласно таблице 5. С представлением демонстрационного материала и интерактивной работой с обучающимися.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося.

Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

См. таблицу 6.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Согласна требованиям представленным на сайте ГУАП <https://guap.ru/standart/doc>

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Согласна требованиям представленным на сайте ГУАП <https://guap.ru/standart/doc>.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Перекрытый опрос обучающихся по темам пройденного материала. Обучающиеся успешно продемонстрировавшие свои знания будут иметь преимущество при прохождении промежуточной аттестации

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой