МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия наземных и космических систем связи, локации и навигации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **5**
Семестр: **10**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	10 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	36	36	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	10

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83428

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Сформировать у студентов комплексное представление о возможностях и ограничениях применения методов искусственного интеллекта (ИИ) в вычислительной электродинамике, оснастить их знаниями основных методов ИИ в этой области и развить практические навыки математического моделирования электродинамических систем с использованием ИИ и специализированного программного обеспечения.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить основные типы задач вычислительной электродинамики, подходящие для решения с помощью ИИ.
2. Ознакомить студентов с основными методами машинного обучения, глубокого обучения и нейронных сетей, применимых в вычислительной электродинамике.
3. Дать студентам практический опыт применения методов ИИ для решения задач вычислительной электродинамики.
4. Развить навыки студентов в подготовке данных, необходимых для обучения моделей ИИ в электродинамике.
5. Научить студентов анализировать и интерпретировать результаты моделирования с помощью ИИ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль специализации (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.ДВ.01.02.14.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 83428

ПК-6. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием пакетов прикладных программ	ПК-6.1. Знает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах	Знает методы и алгоритмы, применяемые для моделирования процессов в радиоэлектронике и, в частности, в задачах вычислительной электродинамики. Знает как классифицировать типы задач, для которых эффективно применение методов ИИ.
	ПК-6.2. Умеет пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов	Умеет выполнять моделирование объектов и процессов в электродинамике с помощью инструментов ИИ.
	ПК-6.3. Владеет средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ	Владеет практическими навыками разработки и создания имитационных моделей электродинамических систем.
ПК-7. Способен решать задачи оптимизации алгоритмов обработки сигналов в радиоэлектронных системах, в том числе с применением пакетов прикладных программ	ПК-7.1. Знает методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности	Знает методы оптимизации технических решений в условиях априорной и параметрической неопределенности, включая стохастические и эвристические подходы
	ПК-7.2. Умеет применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации	Умеет применять математические методы и алгоритмы машинного обучения и интеллектуального анализа данных для решения задач электродинамики и оптимизации СВЧ-устройств
	ПК-7.3. Владеет методами оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов	Владеет практическими навыками настройки и применения алгоритмов при проектировании и оптимизации радиоэлектронных систем и их электромагнитных моделей

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		10 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к тестированию	20	20
Выполнение практического задания	24	24

Согласована на портале № 83428

Подготовка к зачету с оценкой	28	28
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
10 семестр					
1 Основные уравнения теории электромагнитных полей	6	8	12	26	ПК-6
2 Электрофизические свойства сред	6	-	8	14	ПК-6
3 Использование базы данных	6	-	8	14	ПК-6
4 Применение машинного обучения	6	12	16	34	ПК-6, ПК-7
5 Контролируемое обучение при классификации	6	16	18	40	ПК-6, ПК-7
6 Обучение с подкреплением	6	-	10	16	ПК-6
Итого за семестр	36	36	72	144	
Итого	36	36	72	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
1 Основные уравнения теории электромагнитных полей	Уравнения Максвелла. Материальные уравнения. Уравнения электродинамики для комплексных амплитуд. Начально краевые задачи электродинамики, условия существования и единственности их решений.	6	ПК-6
	Итого	6	
2 Электрофизические свойства сред	Диэлектрики. Магнетики. Проводники и сверхпроводники. Анизотропные среды. Искусственные диэлектрики, метаматериалы и фотонные кристаллы.	6	ПК-6
	Итого	6	

Согласована на портале № 83428

3 Использование базы данных	Основы базы данных. Модели данных. Введение в SQL. Применение базы данных в задачах электродинамики.	6	ПК-6
	Итого	6	
4 Применение машинного обучения	Введение в машинное обучение. Формализация задачи обучения. Переобучение и упрощение. Парадигмы машинного обучения. Типовые задачи машинного обучения.	6	ПК-6
	Итого	6	
5 Контролируемое обучение при классификации	Нейронные сети. Метод опорных векторов. Дискриминантный анализ. Дерево решений.	6	ПК-6
	Итого	6	
6 Обучение с подкреплением	Основы обучения с подкреплением. Виды обучения с подкреплением. Алгоритмы обучения с усилением.	6	ПК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
1 Основные уравнения теории электромагнитных полей	Решение задач с использованием уравнений Максвелла	8	ПК-6
	Итого	8	
4 Применение машинного обучения	Введение в машинное обучение. Обучение с учителем. Обучение без учителя.	12	ПК-6, ПК-7
	Итого	12	
5 Контролируемое обучение при классификации	Методы поиска на дереве решений	16	ПК-6, ПК-7
	Итого	16	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

Согласована на портале № 83428

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
10 семестр				
1 Основные уравнения теории электромагнитных полей	Подготовка к тестированию	2	ПК-6	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ПК-6	Практическое задание
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-6	Зачёт с оценкой
	Итого	12		
2 Электрофизические свойства сред	Подготовка к тестированию	2	ПК-6	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-6	Зачёт с оценкой
	Итого	8		
3 Использование базы данных	Подготовка к тестированию	4	ПК-6	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-6	Зачёт с оценкой
	Итого	8		
4 Применение машинного обучения	Подготовка к тестированию	4	ПК-6, ПК-7	Тестирование
	Выполнение практического задания	8	ПК-6, ПК-7	Практическое задание
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-6, ПК-7	Зачёт с оценкой
	Итого	16		
5 Контролируемое обучение при классификации	Подготовка к тестированию	4	ПК-6, ПК-7	Тестирование
	Выполнение практического задания	10	ПК-6, ПК-7	Практическое задание
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-6, ПК-7	Зачёт с оценкой
	Итого	18		
6 Обучение с подкреплением	Подготовка к тестированию	4	ПК-6	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-6	Зачёт с оценкой
	Итого	10		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,

Согласована на портале № 83428

и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-6	+	+	+	Зачёт с оценкой, Практическое задание, Тестирование
ПК-7		+	+	Зачёт с оценкой, Практическое задание, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
10 семестр				
Зачёт с оценкой	5	10	10	25
Практическое задание	10	15	20	45
Тестирование	5	10	15	30
Итого максимум за период	20	35	45	100
Нарастающим итогом	20	55	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)

Согласована на портале № 83428

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Григорьев, А. Д. Электродинамика / А. Д. Григорьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 240 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/362747.
2. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, А. А. Оводенко, М. Л. Кричевский, Ю. А. Мартынова. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022. — 169 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/263933.

7.2. Дополнительная литература

1. Алёхин, В. М. Электродинамика и распространение радиоволн / В. М. Алёхин ; под редакцией Т. А. Олейникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 496 с [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/352148.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 243 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/451101.
2. Электромагнитные поля и волны:сборник задач и упражнений: Учебное пособие / Л. А. Боков, А. Е. Мандель, Ж. М. Соколова, Л. И. Шангина - 2022. 181 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10030.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 83428

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-исследовательская лаборатория "Микроволновая техника": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Осциллограф GDS–71022;
- Измеритель Р2М-18;
- Генератор сигнала 33522A;
- Вольтметр циф. GDM 8145;
- Измеритель Р2М-04;
- Анализатор спектра СК4М-04;
- Осциллограф цифровой MS07104;
- Мультиметр цифровой 34405A;
- Источник питания GPD-73303S;
- Генератор Г4-126;
- Измеритель Р2-60 - 2 блока;
- Измеритель Р5-12;
- Измерительная линия Р1-27;
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18;
- Опорно-поворотное устройство;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Keysight Advanced Design System (ADS);
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro);
- LibreOffice;
- Microsoft Office 2010;
- Qucs;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 83428

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные уравнения теории электромагнитных полей	ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Электрофизические свойства сред	ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Использование базы данных	ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Применение машинного обучения	ПК-6, ПК-7	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 83428

5 Контролируемое обучение при классификации	ПК-6, ПК-7	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Обучение с подкреплением	ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.

Согласована на портале № 83428

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой тип задач машинного обучения лучше всего подходит для прогнозирования значения входного сопротивления антенны в зависимости от её геометрии?
   a) Классификация
   b) Регрессия
   c) Кластеризация
   d) Обучение с подкреплением
2. Какой из перечисленных методов машинного обучения НЕ относится к методам обучения с учителем?
   a) Линейная регрессия
   b) Кластеризация k-средних
   c) Метод опорных векторов
   d) Дерево решений
3. Что такое функция активации в нейронной сети?
   a) Функция, которая определяет структуру нейронной сети.
   b) Функция, которая преобразует взвешенную сумму входных сигналов нейрона.
   c) Функция, которая вычисляет ошибку обучения нейронной сети.
   d) Функция, которая обновляет веса нейронной сети.
4. Какой из перечисленных алгоритмов используется для обучения нейронных сетей?
   a) Алгоритм Дейкстры
   b) Алгоритм обратного распространения ошибки
   c) Алгоритм k-ближайших соседей
   d) Алгоритм быстрой сортировки
5. Что такое переобучение в контексте машинного обучения?
   a) Модель слишком хорошо обучается на тренировочных данных и плохо работает на новых данных.
   b) Модель недостаточно обучается на тренировочных данных.
   c) Модель не может быть обучена.
   d) Модель обучается слишком долго.
6. Какой из перечисленных методов обычно НЕ применяется для борьбы с переобучением?
   a) Регуляризация
   b) Увеличение размера тренировочного набора данных
   c) Уменьшение количества слоёв в нейронной сети
   d) Увеличение количества нейронов в скрытых слоях
7. Что такое генетический алгоритм?
   a) Алгоритм, основанный на принципах естественного отбора.
   b) Алгоритм, используемый для построения деревьев решений.
   c) Алгоритм, используемый для обучения нейронных сетей.
   d) Алгоритм, используемый для кластеризации данных.
8. Какой из перечисленных параметров НЕ является гиперпараметром модели машинного

Согласована на портале № 83428

обучения?
a) Скорость обучения
b) Количество нейронов в скрытом слое
c) Значения весов нейронной сети
d) Коэффициент регуляризации

9. В чем преимущество использования методов ИИ для оптимизации электродинамических систем?
a) Методы ИИ всегда находят глобальный оптимум.
b) Методы ИИ могут учитывать нелинейные зависимости и сложные взаимодействия между параметрами.
c) Методы ИИ требуют меньше вычислительных ресурсов, чем традиционные методы оптимизации.
d) Все перечисленные варианты.
10. Приведите пример задачи вычислительной электродинамики, где применение ИИ может быть особенно эффективным (открытый вопрос)

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. В чём заключается разница между традиционными методами численного моделирования в электродинамике (FDTD, FEM) и методами, основанными на ИИ? Приведите примеры задач, где применение методов ИИ может быть более эффективным.
2. Опишите процесс построения модели машинного обучения для решения задачи вычислительной электродинамики. Какие этапы включает в себя этот процесс? На что нужно обращать внимание при выборе метода машинного обучения и его параметров?
3. Как можно использовать методы классификации для анализа результатов численного моделирования или эксперимента в электродинамике? Приведите конкретный пример задачи и метода классификации.
4. Объясните принцип работы нейронной сети. Как нейронная сеть "обучается" на данных? Какие типы нейронных сетей используются в задачах электродинамики?
5. Что такое свёрточная нейронная сеть (CNN)? В чём её преимущество при обработке изображений электромагнитных полей? Приведите пример задачи, где можно использовать CNN.
6. Как можно использовать генетические алгоритмы для оптимизации геометрии антенны? Опишите основные этапы работы генетического алгоритма. Какие ещё методы ИИ можно применять для оптимизации?
7. В чём заключается проблема переобучения в машинном обучении? Как её можно избежать при решении задач электродинамики?
8. Какие существуют методики для оценки качества моделей машинного обучения в электродинамике? Какие метрики можно использовать?
9. Опишите процесс интеграции методов ИИ с пакетами прикладных программ для численного моделирования (COMSOL, ANSYS HFSS). Какие возникают трудности? Какие преимущества даёт такая интеграция?
10. Приведите пример успешного применения ИИ в решении практической задачи вычислительной электродинамики. Какие методы ИИ были использованы? Какие результаты были достигнуты?

9.1.3. Темы практических заданий

1. Вы получили набор данных, содержащий информацию о геометрии дипольных антенн и их коэффициенте усиления. Какой метод машинного обучения вы бы выбрали для создания модели, которая может предсказывать коэффициент усиления новой дипольной антенны на основе её геометрии? Обоснуйте свой выбор.
2. Вам необходимо создать нейронную сеть для классификации типов антенн по их диаграммам направленности. Какие параметры нейронной сети (количество слоёв, количество нейронов в каждом слое, функции активации) вы бы выбрали? Объясните, как эти параметры влияют на работу нейронной сети.
3. Вы хотите оптимизировать форму микрополосковой антенны для достижения

Согласована на портале № 83428

максимального коэффициента усиления на заданной частоте. Как вы можете сформулировать эту задачу в терминах оптимизации? Какие методы ИИ, помимо генетических алгоритмов, вы могли бы использовать для решения этой задачи?

4. В результате численного моделирования волновода вы получили набор данных, содержащий информацию о геометрии волновода, частоте сигнала и значениях электрического поля в разных точках. Как вы можете использовать эти данные для обучения модели машинного обучения, которая будет прогнозировать распределение электрического поля в волноводе для новых значений геометрии и частоты?
5. Вы обучили нейронную сеть для прогнозирования характеристик антенной решетки. Однако модель демонстрирует признаки переобучения. Какие меры вы можете предпринять для уменьшения переобучения и повышения обобщающей способности модели?

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)

Согласована на портале № 83428

С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 83428

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 6 от «14» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	Е. Жечев	Разработано, 965eaa31-3663-4771-9257-b32c8d7ceb1c

Согласована на портале № 83428