МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ В ФОТОНИКЕ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Интегральная фотоника и оптоэлектроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **Передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 79295

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Понимание основных принципов и применение нейросетевых методов в фотонике.
2. Развитие навыков анализа и обработки данных, полученных с использованием нейросетевых методов.
3. Подготовка студентов к самостоятельной работе с современными технологиями и методами в области фотоники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных понятий и принципов работы нейронных сетей.
2. Практическое применение нейросетевых алгоритмов для обработки оптической информации.
3. Разработка и реализация собственного проекта, использующего нейросетевые методы в фотонике.
4. Разработка оптических компонентов для нейросетей в области фотоники.
5. Исследование реверсивных оптических запоминающих сред в нейросетях для фотоники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.10.
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 № 79295

ПК-3. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает основные модели жизненного цикла проекта элементов и устройств фотоники и оптоэлектроники, его этапы и фазы, их характеристики и особенности применения	Формирует, создает основные модели элементов и устройств фотоники, оптоэлектроники, реализовывать на практике с учетом их характеристик и особенностей применения
	ПК-3.2. Умеет разрабатывать и реализовывать этапы проекта в сфере профессиональной деятельности	Разрабатывает и планирует этапы проектов в сфере профессиональной деятельности
	ПК-3.3. Владеет навыками работы в области проектной деятельности и реализации проектов	Использует современные IT -технологии в области проектной деятельности и реализации проектов

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 3 зачетных единиц, 108 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
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету с оценкой	54	54
Подготовка к тестированию	18	18
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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
2 семестр					
1 Введение. История возникновения. Искусственные модели нейронов. Основные теоремы.	2	2	8	12	ПК-3

Согласована на портале № 79295

2 Искусственные нейронные сети описание.	2	2	8	12	ПК-3
3 Устройства ввода информации в оптическую систему.	2	2	8	12	ПК-3
4 Искусственные оптоэлектронные синапсы, конструкции и параметры.	2	2	8	12	ПК-3
5 Биологические оптические спайковые сети (CNN). Пример практической реализации.	2	2	8	12	ПК-3
6 Сверточные сети для работы с изображениями и их архитектура.	2	2	8	12	ПК-3
7 Дифракционные оптические нейросети. Фильтры.	2	2	8	12	ПК-3
8 Нейронные сети с использованием планарных оптических волноводов.	2	2	8	12	ПК-3
9 Оптические нейронные сети на базе голографических коррелляторов.	2	2	8	12	ПК-3
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

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
2 семестр			
1 Введение. История возникновения. Искусственные модели нейронов. Основные теоремы.	Введение в нейросетевые методы: понятие нейронных сетей, их структура и принцип работы. Основные типы нейросетей: многослойные перцептроны, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети. Обучение нейронных сетей: метод обратного распространения ошибки, оптимизация весов сети, регуляризация.	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Искусственные нейронные сети описание.	Описание и классификация нейросетей (ANN, CNN, RNN, GRU, LSTM, GAN, Автоэнкодеры, Трансформеры). Технологии фотоники для нейросетей — модуляторы, каналы связи, реверсивные среды, активационные среды.	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 79295

3 Устройства ввода информации в оптическую систему.	Электронные отображающие транспаранты аналогового и бинарного типа. Оптико-механические, электрооптические и акустооптические преобразователи.	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Искусственные оптоэлектронные синапсы, конструкции и параметры.	Синапсы на схемных решениях, гетеропереходных каналах, оксидных полупроводниках, плавающих вентилях. Математические модели.	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Биологические оптические спайковые сети (CNN). Пример практической реализации.	Топология спайковых нейросетей. Временное кодирование информации. Обучение. Преобразование обученной спайковой сети в классическую сеть.	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Сверточные сети для работы с изображениями и их архитектура.	Основные достоинства и приложения сверточных сетей. Виды и свойства фильтров сетей. Рекурсия при использовании фильтров. Форматы семплирования изображений. Оптические 4F системы сверточных нейросетей.	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Дифракционные оптические нейросети. Фильтры.	Ближняя зона дифракции, принцип Гюйгенса- Френеля. Оптические системы обработки информации с применением оптических фильтров. Организация обратной оптической нелинейной связи. Практические примеры реализации D2NN в оптическом и радиоволновом диапазонах.	2	ПК-3
	Итого	2	
8 Нейронные сети с использованием планарных оптических волноводов.	Планарные волноводы, параметры и их свойства. Формирование волноводных синапсов. Оптические схемы параллельного ввода информации в волноводный нейрон. Проблемы равномерного деления оптических входных сигналов при их вводе в планарную систему.	2	ПК-3
	Итого	2	
9 Оптические нейронные сети на базе голографических корреляторов.	Корреляторы реального времени в голографии. Двунаправленная ассоциативная память. Сети Хопфилда. Адаптивное распознавание образов.	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

Согласована на портале № 79295

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
2 семестр			
1 Введение. История возникновения. Искусственные модели нейронов. Основные теоремы.	Библиотеки Python и настройка среды разработки	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Искусственные нейронные сети описание.	Использование NEAT для оптимизации решения задачи XOR	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Устройства ввода информации в оптическую систему.	Балансировка тележки с обратным маятником	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Искусственные оптоэлектронные синапсы, конструкции и параметры.	Автономное прохождение лабиринта	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Биологические оптические спайковые сети (CNN). Пример практической реализации.	Метод оптимизации поиском новизны	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Сверточные сети для работы с изображениями и их архитектура.	Зрительное различие с NEAT на основе гиперкуба	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Дифракционные оптические нейросети. Фильтры.	Метод ES-HyperNEAT и задача сетчатки	2	ПК-3
	Итого	2	
8 Нейронные сети с использованием планарных оптических волноводов.	Коэволюция и метод SAFE	2	ПК-3
	Итого	2	
9 Оптические нейронные сети на базе голографических корреляторов.	Глубокая нейроэволюция	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

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

Согласована на портале № 79295

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Введение. История возникновения. Искусственные модели нейронов. Основные теоремы.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
2 Искусственные нейронные сети описание.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
3 Устройства ввода информации в оптическую систему.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
4 Искусственные оптоэлектронные синапсы, конструкции и параметры.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
5 Биологические оптические спайковые сети (CNN). Пример практической реализации.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
6 Сверточные сети для работы с изображениями и их архитектура.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
7 Дифракционные оптические нейросети. Фильтры.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
8 Нейронные сети с использованием планарных оптических волноводов.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 79295

9 Оптические нейронные сети на базе голографических корреляторов.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности 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-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, 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
2 семестр				
Зачёт с оценкой	10	20	20	50
Тестирование	10	20	20	50
Итого максимум за период	20	40	40	100
Нарастающим итогом	20	60	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)

Согласована на портале № 79295

4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
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. Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории / А. И. Галушкин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 496 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111043.

7.2. Дополнительная литература

1. Варданян, В. А. Основы волноводной фотоники / В. А. Варданян. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/322640.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Омельяненко, Я. Эволюционные нейросети на языке Python : руководство / Я. Омельяненко ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 310 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/179494.

2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

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

1. 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

Согласована на портале № 79295

мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-научная лаборатория микроэлектроники и фотоники: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 226/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Системный блок 1 1 шт.

Системный блок 2 14 шт.

Монитор 27" 15 шт.

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Microsoft Office 2019;
- Microsoft Windows 10 Pro;
- PTC Mathcad 14;

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, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 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.

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.

Согласована на портале № 79295

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 Введение. История возникновения. Искусственные модели нейронов. Основные теоремы.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Искусственные нейронные сети описание.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Устройства ввода информации в оптическую систему.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Искусственные оптоэлектронные синапсы, конструкции и параметры.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Биологические оптические спайковые сети (CNN). Пример практической реализации.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Сверточные сети для работы с изображениями и их архитектура.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Дифракционные оптические нейросети. Фильтры.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Нейронные сети с использованием планарных оптических волноводов.	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 79295

9 Оптические нейронные сети на базе голографических корреляторов.	ПК-3	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.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.

Согласована на портале № 79295

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. Спайковая сеть - это:
   а) искусственная нейронная сеть
   б) сеть передачи данных
   в) генетический алгоритм
   г) метод машинного обучения
2. Элементом чего является оптический нейрон:
   а) искусственной нейронной сети
   б) битом сети передачи данных
   в) генетического алгоритма
   г) машинного обучения
3. Что такое дифракция?
   а) явление изменения частоты световой волны при движении источника света
   б) изменение средней плотности потока энергии, обусловленное суперпозицией электромагнитных волн
   в) изменение с течением времени амплитуды электромагнитной волны
   г) явление огибания волнами препятствий
4. Что такое интерференция?
   а) явление изменения частоты световой волны при движении источника света
   б) изменение средней плотности потока энергии, обусловленное суперпозицией электромагнитных волн
   в) изменение с течением времени амплитуды электромагнитной волны
   г) явление огибания волнами препятствий
5. Каково условие когерентности световых волн?
   а) равенство их амплитуд
   б) равенство частот
   в) равенство частот и постоянство разности фаз
   г) равенство длин волн
6. Какой элемент фотонной схемы отвечает за преобразование световой энергии в электрическую?
   а) фотодиод
   б) оптический усилитель
   в) модулятор
   г) фоточувствительный транзистор
7. Какие из перечисленных ниже являются преимуществами оптических нейросетей?
   а) высокая скорость обработки данных
   б) низкий уровень энергопотребления
   в) высокая точность распознавания образов
   г) устойчивость к шумам и искажениям входных сигналов
8. Какой из перечисленных методов используется в оптическом методе случайных проекций для реконструкции изображения?
   а) преобразование Фурье
   б) инверсная задача
   в) метод Монте-Карло

Согласована на портале № 79295

г) метод конечных элементов

9. Какие преимущества может предоставить использование нейросетевой фотоники в сравнении с традиционными методами обработки информации?
   а) высокая скорость обработки данных
   б) низкое энергопотребление
   в) высокая точность распознавания объектов
   г) возможность обработки больших объемов информации
10. Что такое оптический метод случайных проекций?
   а) метод для создания случайных изображений на основе оптических проекций
   б) метод для улучшения качества оптических снимков
   в) метод для сокращения времени экспозиции при оптической съемке
   г) метод для восстановления изображения из случайных проекций

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Спайковые сети.
2. Оптические нейроны с синаптической депрессией.
3. Эффекты дифракции и интерференции для быстрого выполнения нейронных сетей
4. Прохождение света через нейросеть. Изображение как результат результат вычисления.
5. Оптический метод случайных проекций.
6. Пропускания света, несущего информацию, через случайную рассеивающую среду.
7. Нанофотоника. Новые функциональные возможности ФИС.
8. Элементы оптической памяти, нейроморфные синапсы и фотонных цепи для аппаратного ускорения задач обработки данных.
9. Новый класс элементов для интегральной нейросетевой фотоники. Разветвители, коннекторы, резонаторы, микроинтерферометры.
10. Планарные волоконно-оптические нейронные сети.

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

Согласована на портале № 79295

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)
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 № 79295

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «18» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44
Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.Д. Безпалый	Разработано, 79979ee5-e57e-4e4d-b64d-7426d6ed9f58
Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.С. Перин	Разработано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Доцент, каф. СВЧиКР	Н.Д. Хатьков	Разработано, d2c7ff40-c164-4c72-a8d4-afaab77e97bd

Согласована на портале № 79295