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

Кафедра № 24

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления

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

О.В. Тихоненкова
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«20» __05___ 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптические нейронные технологии»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Биотехнические системы и технологии
Наименование направленности	Биотехнические и медицинские аппараты и системы
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н. _____ О.В. Тихоненкова
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24
«20» ___05_____ 2020 г, протокол № 08/20

Заведующий кафедрой № 24

«20» __05___ 2020г

доц.,к.т.н. _____ О.В. Тихоненкова
(уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.03.04(02)

доц.,к.т.н. _____ О.В. Тихоненкова
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института/ декана факультета № 2 по методической работе

доц.,к.т.н.,доц. _____ О.Л. Балышева
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Оптические нейронные технологии» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-3 «Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использова»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией искусственных нейронных сетей, построенных с применением оптических и оптико-электронных систем и устройств, а также большой круг практических вопросов, связанных с устройством, классификацией, составом и методами применения устройств, использующих оптические нейронные технологии.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский »

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Оптические нейронные технологии» является формирование профессиональной подготовки в области разработки и применения оптико-электронных средств и методов передачи информации, использующих оптические нейронные технологии.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использова	ПК-3.З.1 знать принципы разработок функциональных и структурных схем медицинских изделий и биотехнических систем, определения физических принципов действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных ср

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- « Математический анализ»;
- «Основы программирования»;
- «Информационные технологии»,

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
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины,	1/ 36	1/ 36

ЗЕ/ (час)		
Аудиторные занятия, всего час.	17	17
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	19	19
***Вид промежуточной аттестации*:** зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

Примечание: **кандидатский экзамен

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 5					
Раздел 1. Искусственные нейронные сети Тема 1.1. Нейрон и его структура Тема 1.2. Принципы организации нейронных сетей Тема 1.3. Искусственные нейронные сети. Персептрон. Тема 1.4. Ассоциативные сети. Тема 1.5. Сети преобразования данных. Многослойные персептроны. Тема 1.6.	10				11
Раздел 2. Нейронные сети на базе принципов оптической обработки информации. Тема 2.1. Информация в оптике. Применение теории Шеннона для оптических систем. Тема 2.2. Методы оптической обработки информации. Тема 2.3. Голографические системы памяти. Тема 2.4. Асссоциативная оптическая память. Тема 2.5. Оптические сети Хопфилда.	7				8
Итого в семестре:	17				19
Итого	17	0	0	0	19

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
1.	Тема 1.1. Нейрон и его структура Нейрон в биологии. Формальная модель нейрона. Элементы

	нейрона. Сигмоидальный нейрон. Тема 1.2. Принципы организации нейронных сетей Понятие нейронной сети. Отличие нейронных сетей от традиционных вычислительных сетей. Разделение центров масс. Тема 1.3. Искусственные нейронные сети. Персептрон. Виды нейронных сетей. Способы организации функционирования нейронных сетей. Понятие персептрона. Тема 1.4. Ассоциативные сети. Понятие ассоциативной нейронной сети.Задачи, решаемые ассоциативными нейронными сетями. Нейронная сеть Хопфилда как ассоциативная память. Адаптивный резонанс и его использование в нейронных сетях. Тема 1.5. Сети преобразования данных. Многослойные персептроны. Сети преобразования данных. Редукция нейронной сети. Многослойный персептрон. Геометрическая интерпретация алгоритма обучения персептрона. Тема 1.6. Принципы обучения искусственных нейронных сетей. Обучение с учителем и без учителя. Алгоритм обратного распространения ошибки. Задачи оптимизации, возникающие при обучении нейронных сетей. Тема 2.5. Оптические сети Хопфилда и Коско.
2	Тема 2.1. Информация в оптике. Применение теории Шеннона для оптических систем. Основы теории информации. Теория Шеннона для одиночного канала связи. Понятие энтропии и негэнтропии в теории информации. Тема 2.2. Методы оптической обработки информации. Понятие оптической обработки информации. Виды звеньев в оптических системах. Прохождение сигнала через звенья оптической системы. Пространственно-временные модуляторы света. Тема 2.3. Голографические системы памяти. Голографический принцип регистрации данных. Методы хранения информации в виде голограмм. Примеры систем голографической памяти. Тема 2.4. Асссоциативная оптическая память Коррелятор Вандерлюгта. Коррелятор совместного преобразования. Восстановление оптических изображений по их фрагментам. Тема 2.5. Оптические сети Хопфилда и Коско. Оптические матричные умножители. Оптические бактериородопсиновые нейронные сети. Голографический аналог нейронной сети Хопфилда. Оптические сети Коско.

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)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

Всего		

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)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
Всего			

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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	14	14
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	19	19

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)
[621.391(075) - Х 98]	Прикладная теория информации. Информационная теория радиотехнических систем: учебное пособие/ Г. И. Худяков; Сев.-Зап. гос. заоч. техн. ун-т. - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2011.- 299 с.	4
[681.7.01(75) - К43]	Современные оптические исследования и измерения: [учебное пособие]/ В. К. Кирилловский. - СПб.: Лань, 2010. - 304 с	17
004-К95	Инфокоммуникационные сети. Моделирование и оценка вероятностно-временных характеристик : монография / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 382 с.	42

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
http://bourabai.kz/aldmitriev/posobie.pdf	А.Л.Дмитриев. Оптические системы передачи информации
http://cyberleninka.ru/article/n/infokommunikatsionnye-sistemy-i-ih-modeli-dlya-zdravoohraneniya	Сотников А.Д. Инфокоммуникационные системы и их модели для здравоохранения
http://lib.znate.ru/docs/index214260.html?page=11	Ф.Уоссермен. Оптические нейронные сети

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	Лекционная аудитория	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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
Зачет	Список вопросов;

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.
«хорошо» «зачтено»	– 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»	– 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;

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	– затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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
	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
1	Понятие нейронной сети (НС). Отличия НС от традиционных вычислительных систем.
2	Элементы нейрона. Сигмоидальный нейрон.
3	Задача четкого разделения двух классов на обучающей выборке. Разделение центров масс.
4	Алгоритм обучения персептрона. Виды обучения.
5	Геометрическая интерпретация алгоритма обучения персептрона.
6	Аппроксимация функций. Адалайн. Паде-нейрон. Нейрон с квадратичным сумматором.
7	Реализация булевых функций посредством НС.
8	Виды НС. Способы организации функционирования НС.
9	Интерпретация ответов НС. Виды интерпретации.
10	Оценка способности нейронной сети решить задачу. Константа Липшица сети.
11	Алгоритм обратного распространения ошибки.
12	Радиальная нейронная сеть
13	Особенности задач оптимизации, возникающих при обучении НС.
14	Выбор направления минимизации. Партан-методы.
15	Одношаговый квазиньютоновский метод и сопряженные градиенты.
16	Одномерная минимизация.
17	Методы глобальной оптимизации. Алгоритм имитации отжига.
18	Методы глобальной оптимизации. Генетические алгоритмы.
19	Метод виртуальных частиц.
20	Двунаправленная ассоциативная память.
21	Нейронная сеть Хопфилда как ассоциативная память.
22	Сеть Хемминга.
23	Решение задачи коммивояжера на сети Хопфилда.
24	Машина Больцмана. Решение задачи коммивояжера.
25	Машина опорных векторов. Оптимальная гиперплоскость для линейно-разделимых образов.
26	Метод построения машины опорных векторов.
27	Самообучение НС. Метод динамических ядер. Сети Кохонена.
28	Когнитрон. Неокогнитрон.
29	Нейронные сети адаптивного резонанса
30	Контрастирование (редукция) нейронной сети. Оценка значимости параметров и

	сигналов.
31	Сокращение числа входов в линейном сумматоре методом "снизу-вверх".
32	Метод исключения параметров "сверху-вниз" с ортогонализацией.
33	Бинаризация адаптивного сумматора.
34	Электронные и оптические методы реализации нейрокомпьютеров.
35	Звенья оптической системы.
36	Пространственно-временные модуляторы света.
37	Голографические запоминающие устройства.
38	Коррелятор Вандерлюгта.
39	Коррелятор совместного преобразования.
40	Оптическая сеть Хопфилда.
41	Оптическая сеть Коско.

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
	Не предусмотрено

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

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области теории искусственных нейронных сетей, оптической обработки информации, а также физических процессов, протекающих в приборах и системах, использующих оптические нейронные технологии.

Преподавание дисциплины состоит из проведения лекций и самостоятельной работы студента. Единая направленность этих разделов предоставляет возможность студенту достаточно глубоко изучить содержание дисциплины с тем, чтобы понимать задачи и принципы систем, базирующихся на оптических нейронных технологиях, особенности физических явлений, сопровождающих их работу, детально разбираться в технологии и технических решениях, принимаемых при разработке систем.

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:

– лекционный материал излагается преподавателем традиционным речевым способом с широким привлечением студенческой аудитории к постановке и решению вопросов, изучаемых по теме лекции;

– лекционный материал иллюстрируется схемами, графиками, таблицами и т.д. в виде графических и электронных изображений из ресурса кафедры.

11.2. 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 обучающихсяявляются:

– учебно-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– 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».

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 в 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