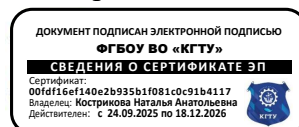




Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР
Кострикова Н.А.



Рабочая программа дисциплины
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ»

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Группа научных специальностей

2.4 Энергетика и электротехника

Научная специальность

2.4.6 «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА»

Отрасль науки: технические науки

ИНСТИТУТ:	морских технологий, энергетики и строительства
РАЗРАБОТЧИК :	кафедра инженерной инфраструктуры объектов капитального строительства
ВЕРСИЯ	1
ДАТА ВЫПУСКА	25.02.2026

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Целью освоения дисциплины «Нейросетевой подход в исследовании тепловых процессов» является формирование у обучающегося системы теоретических и практических знаний и навыков, необходимых в преподавательской деятельности аспиранта по основным образовательным программам высшего образования.

Задачами освоения дисциплины являются:

- овладение методами построения математического описания сложных объектов по экспериментальным данным об объекте;
- освоение инструментальных (программных) средств нейросетевого программирования;
- готовность производить термодинамический анализ и теплотехнический расчет рабочих процессов и технологического оборудования с применением современных достижений фундаментальной и математической физики, нейросетевых технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.

Дисциплина **«Нейросетевой подход в исследовании тепловых процессов»** относится к образовательному компоненту программы аспирантуры по научной специальности **2.4.6 «Теоретическая и прикладная теплотехника»**. Является дисциплиной по выбору. Дисциплина направлена на подготовку аспирантов к научно-исследовательской деятельности, изучается на 2 курсе.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

В результате изучения дисциплины **«Нейросетевой подход в исследовании тепловых процессов»** аспирант должен:

знать:

- терминологию задач нейросетевого программирования;
- особенности функционирования и области применения искусственных нейронных сетей.

уметь:

- применять методы построения математического описания сложных объектов по экспериментальным данным об объекте;
- применять методы нейросетевого программирования;

- использовать инструментальные (программные) средства нейросетевого программирования; -

проводить анализ предметной области и определять задачи, для решения которых целесообразно использование механизма искусственных нейронных сетей.

владеть:

- методами обработки и трактовки результаты вычислительного эксперимента;
- навыками приближения многомерных данных;
- навыками формализация задач построения математических моделей.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Тема 1. Модели искусственного нейрона.

Искусственный нейрон. Функции активации. Нейрон с векторным входом.

Тема 2. Искусственные нейронные сети.

Архитектура искусственных нейронных сетей. Набор средств для создания, инициализации, обучения, моделирования и визуализации сети.

Тема 3. Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей.

Градиентные алгоритмы обучения. Алгоритмы, основанные на использовании метода сопряженных градиентов.

Тема 4. Персептронные сети.

Архитектура персептрона и специальные функции для создания персептрона, настройки его весов и смещений.

Тема 5. Линейные нейронные сети.

Построение и обучение линейных сетей для классификации векторов, линейной аппроксимации, предсказания, слежения и фильтрации сигналов, идентификации и моделирования линейных систем.

Тема 6. Радиальные базисные сети общего вида.

Архитектуры радиальных базисных нейронных сетей. Применение таких сетей для классификации векторов и аппроксимации функций.

Тема 7. Радиальные базисные сети типа GRNN.

Применение GRNN сетей для решения задач обобщенной регрессии, анализа временных рядов и аппроксимации функций.

Тема 8. Инструментальные средства нейросетевого программирования.

Построения сетей различной архитектуры с помощью инструментального программного пакета Neural Network Toolbox системы MATLAB.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ « НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД В
ИССЛЕДОВАНИИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ»

5. ОБЪЕМ (ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕТ), то есть 72 академических часа самостоятельной учебной работы аспиранта, связанной с текущей и промежуточной аттестацией по дисциплине. Изучается на 2 курсе.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по годам ОП, темам и видам учебной работы аспиранта приведено ниже.

Форма промежуточной аттестации – зачет, 2 год обучения.

Таблица 1 - Объем (трудоёмкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
2 год обучения, трудоемкость – 2 ЗЕТ (72 час.)					
1.Модели искусственного нейрона.	1	-	0,5	4	5,5
2.Искусственные нейронные сети.	1	-	0,5	6	7,5
3.Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей.	2	-	1	8	11
4.Персептронные сети.	1	-	0,5	6	7,5
5.Линейные нейронные сети.	2	-	1	8	11
6.Радиальные базисные сети общего вида.	2	-	1	6	9
7.Радиальные базисные сети типа GRNN.	2	-	1	8	11
8. Инструментальные средства нейросетевого программирования.	1	-	0,5	8	9,5
Учебные занятия	12	-	6	54	72
Промежуточная аттестация	Зачет				
Итого по дисциплине					72
Итого по курсу					72

ЛЗ - лабораторные занятия, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.

Таблица 2 - Объем (трудоёмкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практических занятия	Очная форма, ч.
1	Создание и инициализации нейросети.	0,5
2	Построение и обучение линейных сетей для предсказания,	0,5

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ « НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД В
ИССЛЕДОВАНИИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ»**

	слежения и фильтрации сигналов	
3	Обучение нейронной сети с обратным распространением ошибки методом Левенберга-Марквардта	1
4	Использование персептронной нейросети для задач аппроксимации многомерной функции	0,5
5	Обучение линейной нейросети на массиве данных о теплопроводности вещества.	1
6	Применение радиальных базисных нейронных сетей для классификации векторов и аппроксимации функций	1
7	Применение GRNN сетей для решения задач обобщенной регрессии	1
8	Создание вычислительной модели нейронной сети с двумя выходами, тремя слоями и одним целевым входом в среде Matlab	0,5
	ИТОГО:	6

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и формы СР

№ п/п	Виды (содержание) СР	Кол-во часов Очная форма	Формы контроля (аттестации)
1	1.Модели искусственного нейрона.	4	Текущий контроль, опрос
2	2.Искусственные нейронные сети.	6	Текущий контроль, опрос
3	3.Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей.	8	Текущий контроль, опрос
4	4.Персептронные сети.	6	Текущий контроль, опрос
5	5.Линейные нейронные сети.	8	Текущий контроль, опрос
6	6.Радиальные базисные сети общего вида.	6	Текущий контроль, опрос
7	7.Радиальные базисные сети типа GRNN.	8	Текущий контроль, опрос
8	8. Инструментальные средства нейросетевого программирования.	8	Текущий контроль, опрос
Итого		54	

Научно-исследовательские, творческие работы и рефераты не предусмотрены учебным планом.

8.УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА.

Основная литература

1. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 216 с. — ISBN 978-5-507-50568-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/447392> (дата обращения: 08.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Нейронные сети в Matlab : учебное пособие / перевод с английского А. А. Маслов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 165 с. — ISBN 978-5-906920-72-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121856> (дата обращения: 08.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Кузнецов, В. П. Нейронные сети: практический курс : учебное пособие / В. П. Кузнецов. — Рязань : РГРТУ, 2014. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168060> (дата обращения: 08.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ / авт. Тадеусевич, Р. [и др.] ; пер. И. Д. Рудинский. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. - 408 с.
2. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский, ; пер. : И. Д. Рудинский. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2007. - 383 с.

9.ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ.

Информационные технологии

В ходе освоения дисциплины аспиранты используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета. Аспирантам и научно-педагогическим работникам обеспечен доступ к ЭБС, наукометрическим базам данных и к полнотекстовым ресурсам, наукометрическим базам данных и к полнотекстовым ресурсам, справочно-правовой системе «ГАРАНТ», профессиональной справочной системе «Техэксперт».

Веб-сайты с электронными ресурсами по специальности:

1. Программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Консультант Плюс. Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> свободный.

2. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный.

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный.

3. Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://https://biblio-online.ru/>, свободный.

4. Техдок.ру [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.tehdok.ru/> свободный (дата посещения 24.01.2018). 14 Экология и безопасность в техномире. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://ecocom.ru/> свободный.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для проведения занятий по дисциплине «**Нейросетевой подход в исследовании тепловых процессов**», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам: учебные аудитории, оборудованные комплектом мебели; комплект проекционного мультимедийного оборудования; компьютеры с доступом к сети Интернет; читальный зал с информационными ресурсами на бумажных и электронных носителях, библиотекой, архивом диссертаций и авторефератов. офисная оргтехника; электронные таблицы Excel MS Office; справочно-правовая система «ГАРАНТ», профессиональная справочная система «Техэксперт Для аудиторных занятий по дисциплине используется материально-техническая база кафедры строительства, учебного корпуса № 1 (г. Калининград, ул. Профессора Баранова 43, УК № 1), ауд. 410Б - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная аудитория укомплектована специализированной (учебной) мебелью - учебной доской, столом преподавателя, партами, стульями, мультимедийным оборудованием и 15 компьютерами с выходом в интернет. На компьютерах установлено ПО: 1. Операционная система Windows 10 (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 2027-02-28). 2. Офисное приложение MS Office Standard 2016 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 2027-02-28) 3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-220124-070726-463-1425 до 2025-02-17) 4. Google Chrome (GNU) 5. Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 (Сублицензионный договор № АСЗ 22 01174 от «22» августа 2022 г.) 6. MathCAD 15 M020 (Лицензия 3A1843569 от 26.04.2013) 7. Python (GNU/Linux, macOS и Windows) 8. Lira10_12_x64 (демонстрационная версия) 9. Renga (Академическая лицензия до 2024-11-08) 10. CAE Fidesys 6.1 (Акт к договору № ЛД-112 Б от «13» мая 2024 г.) 11. nanoCAD (Академическая лицензия) 12. Pilot-BIM (№ АСЗ-24-00346 от 19.04.2024) 13. Structure CAD Office (SCAD Office) (Демонстрационная версия) 14. Пакет программ для Проектирования и расчетов элементов строительных конструкций "ПРУСК", "Металл", "СПИн", "Одиссей", "Poseidon" (Лицензионный договор №131111-2 от 11.11.2013) 15. Программный комплекс для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания "ПК STARKES 201W (Лицензионный

договор №131111-2 от 11.11.2013) 16. ELCUT Студенческий 6.6 17. VALTEC C.O. 3.8 Программа для проектирования систем отопления (демонстрационная версия).

Для самостоятельной работы аспирантов используется помещение ауд. 222Б (г. Калининград, ул. Профессора Баранова 43, УК № 1), Помещение оснащено столами и стульями, имеется 5 компьютеров с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения. Типовое ПО на всех ПК

1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 2027-02-28)
2. Офисное приложение MS Office Standard 2003 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 2027-02-28)
3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-220124-070726-463-1425 до 2025-02-17)
4. Google Chrome (GNU)
5. Structure CAD Office (SCAD Office) (Демонстрационная версия)
6. CAE Fidesys 6.1 (Акт к договору № ЛД-112 Б от «13» мая 2024 г.)

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ.

Оценочные средства по дисциплине представляются в виде фонда оценочных средств (ФОС). Требования к структуре и содержанию ФОС по дисциплине определяются Положением по ФОС.

12. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются самостоятельная работа аспирантов, консультирование по отдельным темам дисциплины.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет аспирантам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности аспирантов, как в отсутствии преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь аспирантам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Преподавателю необходимо контролировать степень усвоения аспирантами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

13. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.

Учебным планом предусмотрена самостоятельная работа аспирантов. Эта работа предполагает:

- изучение теоретического материала;

- выполнение практических задач;
- самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины по рекомендованной литературе и углубленную проработку некоторых тем, изложенных в лекциях;
- подготовка к промежуточному и текущему контролю.

Аспирант обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы и распределение объема на нее определяется по темам дисциплины согласно тематическому плану рабочей программы.

14. СВЕДЕНИЯ О РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ.

Рабочая программа дисциплины **«Нейросетевой подход в исследовании тепловых процессов»** представляет собой образовательный компонент программы по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **2.4.6. «Теоретическая и прикладная теплотехника».**

Автор программы – Игорь Станиславович Александров, д.т.н., доцент, профессор кафедры инженерной инфраструктуры объектов капитального строительства.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инженерной инфраструктуры объектов капитального строительства протокол № 7 от 25.02.2026 г.

Заведующий кафедрой инженерной инфраструктуры объектов капитального строительства

_____ к.т.н., доцент Р.А. Шестаков

Согласовано:

Начальник УПК ВНК _____ к.т.н., доцент Н.Ю. Ключко