

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Аксёнов Александр Фёдорович
Должность: Декан химического факультета
Дата подписания: 19.06.2026 12:58:36
Уникальный программный ключ:
073635787274402487435acab3ab854864d48641

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
д.х.н. профессор Аксенов А.В.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки 04.03.01 Химия
Направленность (профиль) Неорганическая и аналитическая химия
Год начала обучения 2026
Форма обучения очная
Изучается в 3 семестре

Разработано

Доцент кафедры математического
моделирования
Ляхова У.А.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Нейросетевое моделирование технологических процессов» является формирование представлений и фундаментальных знаний в области применения искусственных нейронных сетей для анализа, математического описания, оптимизации и предиктивного управления химико-технологическими процессами.

Задачами освоения дисциплины «Нейросетевое моделирование технологических процессов» являются:

- освоение теоретических основ архитектур нейронных сетей и алгоритмов их обучения;
- развитие навыков сбора, предобработки и инженерной трансформации данных химических производств и лабораторных исследований;
- обучение построению, валидации и интерпретации нейросетевых моделей для задач кинетики, тепломассопереноса, контроля качества и оптимизации режимов;
- формирование компетенций по интеграции обученных моделей в производственную информационную среду и автоматизированные системы управления технологическим процессом.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейросетевое моделирование технологических процессов» Б1.О.05.03 является дисциплиной первого блока, ее освоение происходит в 3 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	ИД-1 ук-1 Обладает базовыми знаниями в области системного анализа и методов поиска научно-технической информации.	Знать: принципы системного подхода к описанию химико-технологических процессов, классификацию источников экспериментальных и технологических данных, критерии достоверности и релевантности научной информации.
	ИД-2 ук-1 Использует системный подход для анализа научно-технической информации и постановки задач моделирования.	Уметь: выполнять целенаправленный поиск литературы и открытых датасетов, структурировать разнородные данные, формулировать задачу нейросетевого моделирования в контексте конкретных технологических или исследовательских проблем.
	ИД-3 ук-1 Владеет навыками критического анализа источников и синтеза данных для выбора оптимальных	Владеть: методами сравнительного анализа архитектур нейронных сетей, навыками синтеза теоретических положений химии, математики и

	подходов к моделированию технологических процессов.	data-science для обоснования выбранной вычислительной стратегии.
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.	ИД-1 опк-3 Демонстрирует навыки применения математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем для решения задач в области своей профессиональной деятельности.	Знать: принципы построения, обучения, валидации и интерпретации искусственных нейронных сетей как суррогатных математических моделей химико-технологических систем и лабораторных установок.
	ИД-2 опк-3 Использует и адаптирует существующие математические модели для решения прикладных задач.	Уметь: модифицировать архитектуры нейронных сетей, настраивать гиперпараметры, применять методы регуляризации и трансферного обучения для адаптации готовых алгоритмических решений под специфику экспериментальных химических данных.
	ИД-3 опк-3 Применяет на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области своей профессиональной деятельности.	Владеть: практическими навыками программной реализации, отладки и тестирования нейросетевых моделей в экосистеме Python для прогнозирования параметров процессов, оптимизации режимов и анализа спектрометрических данных.
ОПК-5. Способен проводить физико-химический анализ веществ и материалов, интерпретировать результаты экспериментальных исследований.	ИД-1 опк-5 Обладает знаниями методов физико-химического анализа и принципов обработки экспериментальных данных.	Знать: природу спектроскопических, хроматографических и термических сигналов, источники инструментальных погрешностей, методы цифровой фильтрации и нормализации аналитических данных.
	ИД-2 опк-5 Использует нейросетевые алгоритмы для анализа, классификации и интерпретации спектральных, хроматографических и микроскопических данных.	Уметь: применять сверточные нейронные сети и методы снижения размерности для автоматической идентификации веществ, выделения значимых спектральных признаков и количественной оценки концентраций.
	ИД-3 опк-5 Владеет навыками интеграции инструментальных данных в вычислительные конвейеры для автоматизации анализа веществ и материалов.	Владеть: инструментами построения воспроизводимых пайплайнов обработки сырых сигналов, методами валидации моделей на независимых выборках, навыками интерпретации результатов в терминах физической химии.

ОПК-6. Способен разрабатывать и оптимизировать технологические процессы и схемы производств, оценивать их эффективность и безопасность.	ИД-1 опк-6 Обладает знаниями основ проектирования и оптимизации химико-технологических процессов, а также методов оценки их эффективности.	Знать: принципы технологического проектирования, критерии эффективности и безопасности процессов, ограничения детерминированных моделей при описании нестационарных и многофакторных систем.
	ИД-2 опк-6 Использует суррогатные нейросетевые модели для прогнозирования параметров процессов и поиска оптимальных режимов.	Уметь: строить модели на основе данных автоматизированных систем управления технологическим процессом или лабораторных экспериментов, проводить многокритериальную оптимизацию, оценивать влияние входных параметров на целевые показатели процесса.
	ИД-3 опк-6 Владеет навыками применения методов машинного обучения для многокритериальной оптимизации технологических схем и предиктивного управления безопасностью.	Владеть: методами интерпретации решений моделей, подходами к квантификации неопределённости прогнозов, навыками формирования рекомендаций по корректировке режимов в реальном времени.

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий: всего: 3 з.е., 108 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	
Лекции/из них практическая подготовка	18
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	36
Практических занятий/из них практическая подготовка	—
Самостоятельная работа	54
Формы контроля	
Экзамен	—
Зачет	+
Зачет с оценкой	—
Курсовые работа	—
Контрольные работы	—

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (если иное не установлено образовательным стандартом)

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, из них в форме практической подготовки, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
2 семестр							
1.	Введение в нейросетевое моделирование химико-технологических процессов. Математические основы искусственных нейронных сетей: нейрон, функции активации, градиентный спуск, функции потерь. Принципы цифровизации лабораторных и промышленных данных.	УК-1 (ИД-1, ИД-2); ОПК-5 (ИД-1, ИД-2)	6.0	–	12.0	–	18.0
2.	Архитектуры нейронных сетей и алгоритмы обучения. Многослойные перцептроны, сверточные и рекуррентные сети, автокодировщики. Реализация обучения, подбор гиперпараметров, регуляризация и оценка качества моделей на химических данных.	ОПК-3 (ИД-1, ИД-2, ИД-3); УК-1 (ИД-3)	6.0	–	12.0	–	18.0
3.	Прикладное моделирование, валидация и интеграция моделей. Суррогатное моделирование кинетики и процессов разделения, методы объяснимого ИИ, предиктивный контроль качества, подготовка моделей к внедрению в лабораторные и производственные информационные системы.	ОПК-5 (ИД-3); ОПК-6 (ИД-1, ИД-2, ИД-3)	6.0	–	12.0	–	18.0
	ИТОГО за 1 семестр		18.0	–	36.0	–	54.0
	ИТОГО		18.0	–	36.0	–	54.0

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формируемыми компетенциями в процессе освоения дисциплины (модуля).

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов *(включается при наличии соответствующих занятий)*.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области *(включается при наличии соответствующих занятий)*.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Павлова, А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 190 с. – ISBN 978-5-4497-1165-6.

2. Барский А.Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / Барский А.Б. – 4-е изд. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 357 с. – ISBN 978-5-4497-2381-9.

3. Иванюк, В. А. Практикум по нейронным сетям: учебное пособие / В. А. Иванюк. – Москва: Прометей, 2024. – 230 с. – ISBN 978-5-00172-601-2.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. – 5-е изд. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 315 с. – ISBN 978-5-4497-3309-2.

2. Вакуленко С.А. Нейронные сети: учебное пособие / Вакуленко С.А., Жихарева А.А. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. – 110 с.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Нейросетевое моделирование технологических процессов» (электронный вариант)

2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - www.biblioclub.ru (Договор № 50-04/19 об оказании информационных услуг от 13.05.2019г.)
2	Электронная библиотечная система «IPRbooks» (лицензионный договор № 5168/19 от 13.05.2019 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks. Организация: ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»)
3	«eLIBRARY.RU»: [Научная электронная библиотека]. – URL: http://elibrary.ru
4	Информационно-правовой портал "Гарант" - http://www.garant.ru/

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: ноутбук, проектор. Учебнонаглядные пособия в виде тематических презентаций, соответствующих рабочим программам дисциплин.
--------------------	---

Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС Link, а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает

представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.