



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР
Н.А. Кострикова

Рабочая программа дисциплины
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ»
МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Группа научных специальностей
2.3. Информационные технологии и телекоммуникации

Научная специальность
2.3.3. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

Отрасль науки: технические науки

Институт цифровых технологий

ИНСТИТУТ
ВЫПУСКАЮЩАЯ КАФЕДРА
РАЗРАБОТЧИК

Институт цифровых технологий
Кафедра цифровых систем и автоматики
Кафедра цифровых систем и автоматики

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ» является формирование и углубление у аспирантов комплекса фундаментальных и прикладных знаний в области применения и построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами на основе изучения базовых моделей и алгоритмов искусственного интеллекта.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование фундаментальных знаний в области проектирования интеллектуальных систем управления технологическими процессами;
- освоение моделей, алгоритмов и методик проведения необходимых расчетов, исследований для проектирования интеллектуальных систем управления технологическими процессами;
- оценка характеристик интеллектуального управления на основе моделирования, ознакомление с основами искусственного интеллекта, систем управления, реализованных на базе нейросетевых технологий;
- приобретение опыта самостоятельной реализации проекта в области разработки интеллектуальной системы управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина **«МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»** относится к образовательному компоненту программы аспирантуры по научной специальности **2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами**. Является дисциплиной модуля по выбору. Дисциплина направлена на подготовку аспирантов к научно-исследовательской деятельности, изучается на 2 курсе.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины **«МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»** аспирант должен:

знать:

- современное состояние и тенденции развития интеллектуальных систем управления средствами и комплексами автоматизации технологических процессов в условиях структурно-параметрической нестационарности и неопределенности;
- модели и алгоритмы, используемые для проектирования систем интеллектуального управления;
- основные положения теории интеллектуальных систем и концепцию ее применения для современных систем и средств автоматизации.

уметь:

- создавать модели прикладных процедур и программные модули, реализующих правила обработки при реализации интеллектуальных систем и средств автоматизации;
- использовать принципы и методы построения моделей, методы анализа и синтеза интеллектуальных средств автоматизации;
- использовать модели и алгоритмы для проектирования систем интеллектуального управления;

владеть:

- методами решения задач с помощью аппарата нечеткой логики, теории нечетких множеств, нейронных сетей и генетических алгоритмов;
- методами построения нечетких, нейронных и нейро-нечетких регуляторов;
- навыками разработки проектов систем интеллектуального управления технологическими процессами.

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуального управления

Функциональная схема интеллектуальной системы автоматического управления (САУ), назначение ее основных элементов. Основные принципы построения интеллектуальных САУ. САУ, обладающие свойством интеллектуальности в «большом» и «в малом».

Раздел 2. Системы управления с нечеткими регуляторами

САУ с нечетким регулятором. Анализ, синтез и классификация нечетких регуляторов. Метод Ляпунова для оценки устойчивости нечетких систем и синтеза нечетких регуляторов. Методы обучения нечетких систем управления, содержащих нейро-нечеткие модели регулятора и объекта.

Раздел 3. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей

Искусственные нейронные сети. Алгоритмы обучения нейронной сети. Моделирование нейронов мозга, многослойные персептроны, радиально-базисные сети.

Раздел 4. Архитектуры нейронных сетей

Сети Хопфилда и их модификация. Сеть Хэмминга. Устойчивость сети Хопфилда. Обобщения и применения модели Хопфилда. Ассоциативная память. Нейронные сети Кохонена. Карты Кохонена. Рекуррентные нейронные сети. Нечеткие нейронные сети.

Раздел 5. Применение нейронных сетей в задачах идентификации динамических объектов

Нейросетевые системы управления динамическими объектами. Программная и аппаратная реализация нейронных сетей.

Раздел 6. Изучение особенностей функционирования и имитационное моделирование нейросетевых систем управления

Имитационное моделирование процесса обучения нейронных моделей объекта и нейронного регулятора. Анализ многомерных переходных процессов в системе управления с нейронным регулятором. Влияние шумов процесса на функционирование нейросетевых систем.

Раздел 7. Генетические алгоритмы

Понятие генетического алгоритма (ГА). Сферы применения ГА. Этапы ГА. Простой ГА. Основные понятия. Операторы выбора родителей. Рекомбинация. Кроссинговер. Мутация. Операторы отбора особей в новую популяцию. Разновидности ГА.

5. ОБЪЕМ (ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕТ), то есть 72 академических часа контактной работы (лекционных занятий, практических занятий), в том числе 54 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 (трудоемкость 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		
Курс – 2, трудоемкость – 2 ЗЕТ (72 час.)					
Тема 1. Основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуального управления	1	-	0,5	6	10
Тема 2. Системы управления с нечеткими регуляторами	2	-	1	8	10
Раздел 3. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей	2	-	1	8	10
Раздел 4. Архитектуры нейронных сетей	2	-	1	8	10
Тема 5. Применение нейронных сетей в задачах идентификации динамических объектов	2	-	1	8	10
Тема 6. Изучение особенностей функционирования и имитационное моделирование нейросетевых систем управления	2	-	1	8	10
Тема 7. Генетические алгоритмы	1	-	0,5	8	12
Учебные занятия	12	-	6	54	72
Промежуточная аттестация	зачет				
Итого по дисциплине					72

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

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Таблица 2 - Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического занятия	Очная форма, ч.
1	Создание нейронной сети для распознавания образов	1
2	Моделирование конфигурации нейронной сети и парамет-	1

	ров скорости ее обучения	
3	Синтез нечеткого регулятора ПИ/ПД типа	1
4	Изучение многослойного нелинейного персептрона и алгоритма обратного распространения ошибки	1
5	Настройка параметров нечеткого регулятора ПД/ПИ типа с помощью генетических алгоритмов.	2
Итого		6

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ (РАБОТЫ)

Не предусматриваются.

8. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 5 - Объем (трудоемкость освоения) и формы СР

№ п/п	Вид (содержание) СР	Кол-во часов	Формы, аттестации контроля
1	Освоение учебного материала, выполнение индивидуального задания	54	Текущий контроль, зачет
ИТОГО:		54	

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

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

Основная литература:

1. Ощепков, А. Ю. Математическое и компьютерное моделирование современных систем автоматического управления: учебное пособие для вузов / А. Ю. Ощепков. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 252 с. — ISBN 978-5-507-48725-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394523> (дата обращения: 21.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Баламирзоев, А. Г. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие / А. Г. Баламирзоев. — Махачкала: ДГПУ, 2023. — 136 с. — Текст: элек-

тронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/406829> (дата обращения: 21.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Калгина, И. С. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие / И. С. Калгина. — Чита: ЗабГУ, 2023. — 123 с. — ISBN 978-5-9293-3270-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/438236> (дата обращения: 21.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. 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: 21.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

5. Бурцева, Е. В. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие / Е. В. Бурцева, А. В. Платёнкин, И. П. Рак. — Тамбов: ТГТУ, 2022. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-2386-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/355139> (дата обращения: 21.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Данилов, В. В. Нейронные сети: учебное пособие / В. В. Данилов. — Донецк: ДонГУ, 2020. — 158 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179953> (дата обращения: 21.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Соробин, А. Б. Сверточные нейронные сети: примеры реализаций: учебно-методическое пособие / А. Б. Соробин. — Москва: РТУ МИРЭА, 2020. — 159 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163853> (дата обращения: 21.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии

Каждый обучающийся в течение всего периода изучения дисциплины обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭБС IQEIB, Лань; Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГТУ» АБИС Ирбис, Консультант Плюс, Технорматив). Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), и отвечающая техническим требованиям ФГБОУ ВО «КГТУ» как на территории университета, так и вне его.

11. 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».

Программное обеспечение

1. Операционная система Windows 10 (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021)
2. Офисное приложение MS Office Standard 2010 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021)
3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-190201-091470-333-1032)
4. Google Chrome (GNU)
5. MathCAD 2015 (Лицензия 3A1843569 от 26.04.2013)
6. Python (Python Software Foundation License)
7. MS Visio (ICM-169946 до 30-01-2022)

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 (дата посещения 08.04.2025).

2. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата посещения 08.04.2025).

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата посещения 08.04.2025)

12 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине **«МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»**, - г. Калининград, Советский проспект, 1, ГУК, ауд. 327 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы аспирантов. Аудитория оснащена 15 персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, проектором, телевизором, специализированной (учебной) мебелью - учебная доска, стол преподавателя, парты, стулья. Комплект лицензионного программного обеспечения для персональных компьютеров: ОС Windows 10 – Лицензия OVS V0948021 от 31.01.2018; MS Office 2013– Лицензия OVS V0948021 от 31.01.2018;; Mathcad 2015 – Лицензия 3A1843569 от 26.04.2013; MS Office 2010– Лицензия OVS V0948021 от 31.01.2018; САБ Ирбис 64 – лицензия № 676/1 от 19.02.2016; Интернет- версия «Гарант» -Договор № 06/101/13 о взаимном сотрудничестве от 10.06.2013; «КонсультантПлюс» - Договор о сотрудничестве № СВ16-158 от 01.01.2016; НЭБ РФ - Национальная электронная библиотека НЭБ – договор 101/НЭБ/2366 от 19.08.2017.

13. 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.

14. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для повышения качества приобретаемых знаний, обеспечения устойчивости приобретаемых умений и навыков в процессе преподавания применяются следующие основные виды образовательных технологий:

- *адаптивные* (изменение форм обучения, стилей проведения занятий и представления знаний в зависимости от уровня общей подготовленности обучаемых, уровня освоения ими предшествующих дисциплин учебного плана и т. д.),
- *креативные* (использование творческого потенциала личности, способностей к неординарному восприятию материала и т. д.),
- *самообразование* (развитие способностей к самостоятельному углубленному изучению предмета дисциплины при консультационной роли преподавателя).

На лекциях (основная форма аудиторных занятий) обучающимся передаются знания о понятийном базисе предметной области, методологических регулятивах системного анализа в логически выдержанной форме. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, проблемная, обзорная, лекция-информация, лекция-визуализация, лекция-консультация. Чтение лекций сопровождается презентациями, для проведения которых требуется аудитория, оборудованная компьютером с программой Microsoft PowerPoint, мультимедийным проектором, экраном. Лекции сопровождаются дополнительным иллюстративным материалом в виде слайдов, иллюстрирующих, в частности, схемы и методики системного анализа.

На практических занятиях (групповая форма аудиторных занятий) у аспирантов развиваются навыки применения полученных на лекциях знаний при решении практических задач, в том числе в составе группы (коллектива), приобретается опыт публичных выступлений и дискуссий. Занятие может проходить в различных формах, но при любой

его форме, обязательной для аспиранта является предшествующая ему и следующая за ним, самостоятельная работа с научной литературой;

Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление приобретенных в процессе аудиторных занятий знаний, а также на развитие интеллектуальных и практических умений. В ходе самостоятельной работы аспиранты изучают положения нормативно-справочных документов, регламентирующих проведение системного анализа, и приобретают навыки их применения при проведении системного анализа объекта диссертационного исследования.

Возникающие вопросы и проблемы обсуждаются с ведущим лектором в ходе индивидуальных консультаций.

15. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия лекционного типа

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Для успешного овладения дисциплиной необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия обучающемуся необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

Практические занятия

Практические занятия используются для закрепления знаний, полученных на лекциях. Это достигается решением задач по электронике, микропроцессорной технике и программированию. На занятиях активно используются прикладные компьютерные программы соответствующей тематики.

Самостоятельная работа

Важной частью самостоятельной работы является выполнение индивидуальных задания, подготовка к написанию рефератов, проведение самостоятельных исследований, чтение учебной и научной литературы.

Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- участие в проводимых контрольных опросах;
- посещение индивидуальных консультаций.

Перечень вопросов к экзамену представлен в ФОС.

16. СВЕДЕНИЯ О РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ

Рабочая программа дисциплины «**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**» представляет собой образовательный компонент программы по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.**

Автор программы – к.т.н., Н.А. Долгий

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры цифровых систем и автоматики (протокол № 9 от 04.07.2025 г.).

Заведующий кафедрой цифровых систем и автоматики

_____ к.т.н, доцент, Устич В.И.

Согласовано:

Начальник УПК ВНК

Н.Ю. Ключко