Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра вычислительной техники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н. Рева И. Л.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
20.05.2026
Владелец: к.т.н. Рева И. Л.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Алгоритмы беспилотного транспорта

Образовательная программа: 09.04.04 Программная инженерия, магистерская программа: Автономные интеллектуальные системы

Курс: 2, семестр : 3

Факультет автоматики и вычислительной техники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	60
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	4
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	84
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	контр.
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 09.04.04 Программная инженерия

ФГОС введен в действие приказом №932 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 09.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 09.04.04 Программная инженерия

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ВТ, 27.04.2026

Утверждена на совете факультета автоматики и вычислительной техники, протокол № 5 от 20.05.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Якименко А. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Якименко А. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-8.В/НА Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых технологий искусственного интеллекта в прикладных областях
	ПК-8.В/НА. 2 Руководит проектами в области сквозной цифровой технологии "Компьютерное зрение"

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-8.В/НА. 2 Руководит проектами в области сквозной цифровой технологии "Компьютерное зрение"	
Руководит и реализует проекты в области сквозной цифровой технологии "Компьютерное зрение"	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Алгоритмы беспилотного транспорта					
1. Введение в Robot Operating System (ROS)	1	0	0	ПК-8.В/НА. 2	Назначение ROS. Место ROS в беспилотных автомобилях. Программная единица в ROS. Методы взаимодействия между программными единицами. Разработка собственного приложения, использующего ROS.
2. Программирование с использованием ROS	1	0	0	ПК-8.В/НА. 2	Подготовка CMake файлов, xmlфайлов с параметрами. Запуск готовых приложений. Компиляция и сборка приложений ROS. Структура рабочего каталога. Разработка, запуск и логгирование собственных приложений.

3. Использование пакетов, поставляемых с ROS	1	0	0	ПК-8.В/НА.2	Визуализация графа взаимодействий программных модулей ROS. Назначение и применение пакетов ROS для упрощения разработки. Назначение и применение пакета TF. Использование сгенерированного исходного кода.
4. Инструменты для визуализации и отладки приложений, использующих ROS	1	0	0	ПК-8.В/НА.2	Пакет RVIZ, семейство пакетов rqt, пакет Rqt_graph, пакет Gazebo. Настройка файлов логов. Отладка средствами ROS. Многопоточность в ROS.
5. Введение в машинное обучение	1	0	0	ПК-8.В/НА.2	Обучение с учителем. Задача классификации и регрессии. Обучение без учителя. Кластеризация. Нейронные сети. Понятие нейрона, перцептрона и простейшая нейронная сеть. Слои в нейронных сетях.
6. Применение нейронных сетей	1	0	0	ПК-8.В/НА.2	Нейронные сети прямого распределения. Перцепторны. Полносвязные сети. Нейронная сеть Хопфилда. Свёрточные нейронные сети. Развёртывающие нейронные сети.
7. Классификация и кластеризация изображений при помощи нейронных сетей	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	Нейросеть Кохонена. Функционирование сети. Современные модификации свёрточных нейросетей для задачи кластеризации. Недостатки. Ускорение работы. Синтетические данные для обучения.
8. Задача фильтрации данных	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	Постановка задачи фильтрации. Рекурсивный фильтр. Модель. Комплексирование. Априорная и апостериорная оценка. Расширенный фильтр Калмана. Матричная линеаризация. Фильтр Калмана со старением.

9. Задача одновременной локализации и построения карты SLAM	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	Постановка задачи SLAM. Решение на базе фильтра Калмана. Фильтр частиц. FastSLAM. Gmappnig. Scan matching. Графовые подходы. Методы оценки качества SLAM алгоритмов. Применение SLAM к задаче беспилотных автомобилей.
10. Методы представления и хранения карты	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	Карта в EKF SLAM. Сетка занятости. Детали реализации графовых алгоритмов SLAM. Определение и замыкание циклов в графе. Методы визуализации карты в ROS. Методы оценки качества построенной карты.
11. Задача построения пути	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	Задача поиска пути на графе. Алгоритм Дейкстры. A*. Методы построения пути на неизвестной карте. Локальный планировщик пути. PIDрегулятор. Синергия глобального и локального планировщика.
12. Duckietown как модель города с беспилотными автомобилями	1	0	0	ПК-8.В/НА.2	Назначение Duckietown. Описание составных частей. Робот Duckiebot. Компоненты робота. Автомат состояний Ducketown. Применение Duckietown в качестве модели беспилотного транспорта.
13. Автоматизация движения по проложенному маршруту в симуляторе Duckietown	1	0	0	ПК-8.В/НА.2	Датчики Duckiebot. Применение алгоритмов SLAM к Duckietown. Построение маршрута в Duckietown. Симулятор Duckitown. Запуск всех компонентов беспилотного автомобиля в симуляторе.

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Алгоритмы беспилотного транспорта					

1. Установка ROS и запуск базовых примеров	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	Установка ROS и запуск базовых примеров - это первый шаг к разработке робототехнических систем. В 2026 году наиболее актуальной и стабильной версией для большинства задач является ROS2 Humble, которая поддерживается на Ubuntu 22.04 LTS и 24.04 LTS.
2. Разработка приложения с использованием ROS	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	Разработка приложения с использованием ROS (Robot Operating System) - это процесс создания распределенной программной системы, состоящей из независимых процессов (узлов), которые обмениваются данными через стандартизированные механизмы. В 2026 году для новых проектов рекомендуется использовать ROS2, так как это современный, активно развивающийся стандарт с поддержкой систем реального времени и гарантированной доставки сообщений. Процесс разработки можно разделить на несколько ключевых этапов: от настройки окружения до написания кода, сборки и запуска.
3. Применение специальных утилит, встроенных в ROS	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	В состав ROS2 входит обширный набор встроенных утилит (команд), которые являются основным инструментом для разработки, отладки, мониторинга и управления робототехническими системами. Эти утилиты позволяют работать с узлами, топиками, сервисами, параметрами и сообщениями без необходимости писать дополнительный код.

4. Особенности перцептрона. Простейшая нейронная сеть	2	0	0	ПК-8.В/НА.2	Перцептрон, а точнее однослойный перцептрон (Single-Layer Perceptron, SLP), является исторически первой и простейшей моделью искусственной нейронной сети. Его изучение необходимо для понимания фундаментальных принципов работы более сложных архитектур. Архитектура и принцип работы Перцептрон - это математическая модель, которая имитирует работу биологического нейрона. Он предназначен для решения задач линейно разделимой классификации.
5. Обратное распространение ошибки в сети из двух нейронов	4	0	0	ПК-8.В/НА.2	Обратное распространение ошибки (backpropagation) — это ключевой алгоритм обучения нейронных сетей, который позволяет эффективно вычислять градиент функции потерь по всем весам сети. Рассмотрим его работу на простейшем примере: полносвязной сети из двух нейронов.

6. Фильтр Калмана	4	0	0	ПК-8.В/НА.2	Фильтр Калмана — это мощный рекурсивный алгоритм, который используется для оценки состояния динамической системы на основе серии неполных и зашумленных измерений. Он является оптимальным в смысле минимизации среднеквадратичной ошибки оценки, если шумы имеют нормальное (гауссово) распределение. Простыми словами, фильтр Калмана позволяет получить наиболее точную оценку истинного положения или скорости объекта, используя его предыдущие оценки и новые, неточные данные с датчиков.
7. Задача локализации по известной карте	4	0	0	ПК-8.В/НА.2	Задача локализации по известной карте (Localization with a known map) — это одна из фундаментальных проблем робототехники и автономных систем. Она является частью более общей задачи SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), но в данном случае карта окружающей среды уже известна роботу, а его цель — определить свое точное положение и ориентацию (позу) на этой карте.

8. Фильтр частиц	4	0	0	ПК-8.В/НА.2	Фильтр частиц (Particle Filter), также известный как алгоритм последовательной Монте-Карло (Sequential Monte Carlo method), — это мощный рекурсивный алгоритм для оценки состояния динамической системы на основе зашумленных и неполных наблюдений. В отличие от фильтра Калмана, который представляет распределение вероятностей состояния системы в виде одного гауссова распределения (среднее значение и ковариация), фильтр частиц использует набор из множества гипотез. Это делает его идеальным для решения нелинейных задач и задач с мультимодальными распределениями (когда есть несколько одинаково вероятных положений).
9. Задача одновременной локализации и построения карты	4	0	0	ПК-8.В/НА.2	Задача одновременной локализации и построения карты (Simultaneous Localization and Mapping — SLAM) является одной из центральных проблем в современной робототехнике. Это классическая проблема "курицы и яйца": Чтобы построить карту, роботу нужно знать свое местоположение. Чтобы узнать свое местоположение, роботу нужна карта. Алгоритмы SLAM решают эту проблему, выполняя обе задачи одновременно: по мере движения робот строит карту окружающего мира и использует эту же карту для уточнения своего положения на ней.

10. Алгоритмы планирования пути. PID регулятор	4	0	0	ПК-8.В/НА.2	Алгоритмы планирования пути и PID-регулятор — это два фундаментальных, но разных по своей сути компонента систем управления движением роботов. Первый отвечает за стратегию (куда ехать?), а второй — за тактику (как точно следовать выбранному направлению?).
11. Duckietown	4	4	0	ПК-8.В/НА.2	Duckietown — это образовательная и исследовательская платформа в области робототехники и искусственного интеллекта, созданная в Массачусетском технологическом институте (MIT). Проект представляет собой стандартизированный город из бумаги, по которому передвигаются маленькие автономные роботы — "duckiebots" (роботы-уточки). Основная философия Duckietown заключается в том, чтобы сделать сложную область автономных транспортных систем доступной для изучения. Вместо того чтобы тратить месяцы на сборку и отладку нестандартного оборудования, студенты и исследователи получают готовую платформу с открытым исходным кодом, что позволяет им сразу сосредоточиться на алгоритмах.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Алгоритмы беспилотного транспорта					
1. Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	40	0	0	ПК-8.В/НА.2	Работа с лекционным материалом, с учебной литературой

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Duckietown	Пр	Выполняет следующие виды работ: вместо того чтобы тратить месяцы на сборку и отладку нестандартного оборудования, студенты и исследователи получают готовую платформу с открытым исходным кодом, что позволяет им сразу сосредоточиться на алгоритмах.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	Контрольные работы	ПК-8.В/НА.2	15	2
: Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 258 с. - ISBN 978-5-93700-196-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2150537 (дата обращения: 19.06.2026). – Режим доступа: по подписке.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-8.В/НА.2	29	0
: Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 258 с. - ISBN 978-5-93700-196-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2150537 (дата обращения: 19.06.2026). – Режим доступа: по подписке.				
3	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-8.В/НА.2	42	2
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 258 с. - ISBN 978-5-93700-196-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2150537 (дата обращения: 19.06.2026). – Режим доступа: по подписке.				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
Практические занятия:	20	40
Контрольные работы:	10	20
Экзамен №4:	0	40
Экзамен №5:	20	40

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Контр. раб.	Экзамен
ПК-8.В/НА	ПК-8.В/НА 2. Руководит проектами в области сквозной цифровой технологии "Компьютерное зрение"	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Немцова, Т. И. Программирование на языке высокого уровня. Программирование на языке C++ : учебное пособие / Т.И. Немцова, С.Ю. Голова, А.И. Терентьев ; под ред. Л.Г. Гагариной. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2026. — 512 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0699-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2254476 (дата обращения: 19.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

2. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных : учебник / П. Флах. - 2-е изд. - Москва.:ДМК Пресс, 2023. - 401 с. - ISBN 978-5-89818-300-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2085038 (дата обращения: 19.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Медведев, М. Ю. Neural networks fundamentals in mobile robot control systems : учебное пособие / М. Ю. Медведев, А. Е. Кульченко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 144 с. - ISBN 978-5-9275-3587-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1308419 (дата обращения: 19.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

Интернет-ресурсы

1. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики : учебное пособие / Г. И. Марчук. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-0892-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210302 (дата обращения: 30.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 258 с. - ISBN 978-5-93700-196-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2150537 (дата обращения: 19.06.2026). – Режим доступа: по подписке.

6.2 Специализированное программное обеспечение

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Выполнение практических занятий

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Выполнение практических занятий