

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Клочков Юрий Сергеевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 05.08.2026 09:13:03

Уникальный программный ключ:

3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины:

Автономная навигация мобильных роботов

направление подготовки:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

направленность (профиль):

Нейросетевые технологии в автоматизированных системах
управления

форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры математики и прикладных информационных технологий

Протокол № 8 от 10.03.2026г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование у обучающихся понимания ключевых задач и алгоритмов, необходимых мобильному роботу для самостоятельного перемещения из точки А в точку Б в неизвестной или частично известной среде.

Задачи дисциплины:

- изучение принципов локализации, построения карты и планирования пути (SLAM);
- освоение алгоритмов работы с данными от сенсоров (лидары, камеры);
- приобретение практических навыков реализации алгоритмов навигации на симуляторе и/или реальном роботе;
- развитие навыков самостоятельной научно-практической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к элективным дисциплинам по выбору части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении программирования, математических основ робототехники, микроконтроллеров и интернета вещей.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- математических основ робототехники;
- основные понятия теории вероятностей и математической статистики;
- основных принципов алгоритмизации и программирования;

умение:

- применять NumPy для вычислений;
- читать и интерпретировать графики, анализировать выходные данные программы, находить ошибки в логике алгоритмов по результатам их работы;
- работать в командной строке Linux;
- использовать систему контроля версий Git;

владение:

- навыками понимания технической документации;
- английским языком на уровне чтения технической документации;
- навыками отладки кода.

Основные положения дисциплины могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, в профессиональной деятельности.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-2. Способен применять математическое и программное обеспечение для решения профессиональных задач в области информатики, вычислительной техники и искусственного интеллекта	ПКС-2.1. Способен разрабатывать рекомендации по применению математического и программного обеспечения для решения профессиональных задач	Знать (З1) принципы работы и архитектуру стека навигации в ROS (включая глобальные и локальные планировщики, costmap)
		Уметь (У1) настраивать и конфигурировать стек навигации ROS (move_base) для решения

		задачи автономной навигации в различных средах
		Владеть (B1) навыками интеграции различных алгоритмов (локализации, SLAM, планирования) в единую программную систему на базе ROS
	ПКС-2.2. Способен оптимизировать и внедрять современные методы для решения профессиональных задач.	Знать (32) современные алгоритмы SLAM (например, GMapping, Cartographer) и методы планирования пути (A*, D*, DWA)
		Уметь (У2) реализовывать базовые алгоритмы навигации (например, фильтр частиц для локализации) и оценивать их эффективность
		Владеть (B2) навыками анализа данных с сенсоров (лидар, камера, IMU) для решения задач локализации и картографирования

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	2/3	16	-	30	62	-	Зачет

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение и сенсорики	4	-	6	16	26	ПКС-2.1 ПКС-2.2	Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам № 1-2
2	2	Локализация и SLAM	6	-	10	22	38	ПКС-2.2	Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам № 3-4
3	3	Планирование пути и управление	6	-	14	24	44	ПКС-2.1	Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам № 5-6
		Зачет						ПКС-2.1 ПКС-2.2	Вопросы к зачету
Итого:			16	-	30	62	108	X	X

5.2. Содержание дисциплины

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы)

Раздел 1. Введение и сенсорика.

Тема 1.1. Введение в автономную навигацию. Архитектура системы управления мобильного робота. Уровни автономности. Основные задачи: локализация, картографирование, планирование, управление.

Тема 1.2. Сенсорные системы. Обзор сенсоров: одометрия (энкодеры), инерциальные измерительные модули (IMU), лидары (2D/3D), камеры (моно/стерео). Модели ошибок сенсоров.

Раздел 2. Локализация и SLAM.

Тема 2.1. Локализация робота. Проблема "kidnapped robot" (похищенного робота). Марковский метод локализации (MCL, Particle Filter).

Тема 2.2. Одновременная локализация и картографирование (SLAM). Фильтр частиц для SLAM (FastSLAM). Графовые SLAM-методы.

Тема 2.3. Сенсорное сканирование и обработка данных. Преобразование данных лидара в облако точек (Point Cloud). Регистрация сканов (ICP - Iterative Closest Point).

Раздел 3. Планирование пути и управление.

Тема 3.1. Планирование пути в сеточных картах. Алгоритмы A*, D*, их модификации для учета стоимости движения. Работа с неопределенностью (алгоритм D* Lite).

Тема 3.2. Планирование в непрерывном пространстве. Метод потенциальных полей. Глобальная и локальная навигация. Динамическое окно подходов (DWA - Dynamic Window Approach).

Тема 3.3. Системы управления (Robot Operating System - ROS). Обзор стека навигации ROS: move_base, глобальные и локальные планировщики, recovery behaviors.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Введение в автономную навигацию
2	1	2	-	-	Сенсорные системы
3	2	2	-	-	Локализация робота
4	2	2	-	-	Одновременная локализация и картографирование (SLAM)
5	2	2	-	-	Сенсорное сканирование и обработка данных
6	3	2	-	-	Планирование пути в сеточных картах
7	3	2	-	-	Планирование в непрерывном пространстве
8	3	2	-	-	Системы управления (Robot Operating System - ROS)
Итого:		16	-	-	X

Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Знакомство с симулятором и базовой навигацией в ROS/Gazebo

2	1	4	-	-	Калибровка и анализ данных с одометрии и IMU
3	2	4	-	-	Реализация фильтра частиц (MCL) для локализации на известной карте
4	2	6	-	-	Построение 2D-карты помещения с использованием алгоритма GMapping.
5	3	6	-	-	Настройка стека навигации ROS для автономного перемещения
6	3	8	-	-	Разработка собственного простого локального планировщика
Итого:		30	-	-	X

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	16	-	-	Введение и сенсорика	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №1-2
2	2	22	-	-	Локализация и SLAM	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №3-4
3	3	24	-	-	Планирование пути и управление	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №5-6
Итого:		62	-	-	X	X

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- индивидуальная работа и работа в малых группах (лабораторные занятия, СРС).

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Лабораторная работа № 1	0 – 10
2	Лабораторная работа № 2	0 – 10
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0 – 20
2 текущая аттестация		
3	Лабораторная работа № 3	0 – 15
4	Лабораторная работа № 4	0 – 20
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		0 – 35
3 текущая аттестация		
5	Лабораторная работа № 5	0 – 20

6	Лабораторная работа № 6	0 – 25
ИТОГО за третью текущую аттестацию		0 – 45
ВСЕГО		0 – 100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>;
- Цифровой образовательный ресурс-библиотечная система IPR SMART — <https://www.iprbookshop.ru/>;
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studentlibrary.ru;
- Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com;
- Образовательная платформа ЮРАЙТ www.urait.ru;
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU http://www.elibrary.ru;
- Библиотеки нефтяных вузов России:
 - Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>;
 - Электронная библиотека Уфимского государственного нефтяного технического университета <http://bibl.rusoil.net/>;
 - Библиотечно-информационный комплекс Ухтинского государственного технического университета УГТУ <http://lib.ugtu.net/books>;
- Электронная справочная система нормативно-технической документации «Технорматив»;
- ЭКБСОН-информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки.

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- Microsoft Windows,
- Microsoft Office Professional Plus,
- ОС Ubuntu Linux,
- фреймворк Robot Operating System (ROS Noetic/ROS2) (свободно распространяемым программным обеспечением с открытым исходным кодом),
- симулятор Gazebo (свободно распространяемым программным обеспечением с открытым исходным кодом).

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно – наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	3	4
1.	Лекционные занятия:	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., микрофон - 1 шт., документ-камера - 1 шт., телевизор - 2 шт.	
Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблоки, проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., микрофон - 1 шт., документ-камера - 1 шт., телевизор - 2 шт.	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к лабораторному занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом лабораторных занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего лабораторного занятия.

Подготовка к лабораторному занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на практическом занятии.

В начале лабораторного занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

В конце каждой темы подводятся итоги, предлагаются темы докладов, выносятся вопросы для самоподготовки.

Лабораторные занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по созданию и эксплуатации баз данных, подготовиться к научно-исследовательской деятельности. В процессе работы на лабораторных занятиях обучающийся должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Усвоенный материал необходимо научиться применять при решении поставленных задач.

Успешному осуществлению внеаудиторной самостоятельной работы способствует проведение коллоквиумов. Они обеспечивают непосредственную связь между студентом и преподавателем (по ним преподаватель судит о трудностях, возникающих у студентов в ходе учебного процесса, о степени усвоения предмета, о помощи, какую надо указать, чтобы устранить пробелы в знаниях); они используются для осуществления контрольных функций.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является одной из важнейших форм изучения любой дисциплины. Она позволяет систематизировать и углубить теоретические знания,

закрепить умения и навыки, способствует развитию умений пользоваться научной и учебно-методической литературой. Познавательная деятельность в процессе самостоятельной работы требует от студента высокого уровня активности и самоорганизованности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, изучение мультимедиапрезентаций, расположенных в свободном доступе, решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Работа на лекции – это сложный процесс, который включает в себя такие элементы как слушание, осмысление и, собственно, конспектирование. Для того, чтобы лекция выполнила свое назначение, важно подготовиться к ней и ее записи еще до прихода преподавателя в аудиторию, поскольку в первые минуты лекции объявляется тема лекции, формулируется ее основная цель. Без этого дальнейшее восприятие лекции становится сложным. Важно научиться слушать преподавателя во время лекции. Здесь не следует путать такие понятия как слышать и слушать. Слушание лекции состоит из нескольких этапов, начиная от слышания (первый шаг в процессе осмысленного слушания) и заканчивая оценкой сказанного.

Чтобы процесс слушания стал более эффективным, нужно разделять качество общения с лектором, научиться поддерживать непрерывное внимание к выступающему. Для оптимизации процесса слушания следует:

1. научиться выделять основные положения. Нельзя понять и запомнить все, что говорит выступающий, однако можно выделить основные моменты. Для этого необходимо обращать внимание на вводные слова, словосочетания, фразы, которые используются, как правило, для перехода к новым положениям, выводам и обобщениям;

2. во время лекции осуществлять поэтапный анализ и обобщение, услышанного. Необходимо постоянно анализировать и обобщать положения, раскрываемые в речи говорящего. Стараясь представить материал обобщенно, мы готовим надежную базу для экономной, свернутой его записи. Делать это лучше всего по этапам, ориентируясь на момент логического завершения одного вопроса (подвопроса, тезиса и т.д.) и перехода к другому;

3. готовность слушать выступление лектора до конца.

Слушание является лишь одним из элементов хорошего усвоения лекционного материала.

Поток информации, который сообщается во время лекции необходимо фиксировать, записывать – научиться вести конспект лекции, где формулировались бы наиболее важные моменты, основные положения, излагаемые лектором. Для ведения конспекта лекции

следует использовать тетрадь. Ведение конспекта на листочках не рекомендуется, поскольку они не так удобны в использовании и часто теряются. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или непосредственно у преподавателя в конце лекции.

Составляя конспект лекции, следует оставлять значительный интервал между строками. Это связано с тем, что иногда возникает необходимость вписать в первоначальный текст лекции одну или несколько строчек, имеющих принципиальное значение и почерпнутых из других источников. Расстояние между строками необходимо также для подчеркивания слов или целых групп слов (такое подчеркивание вызывается необходимостью привлечь внимание к данному месту в тексте при повторном чтении). Обычно подчеркивают определения, выводы.

Главным отличием конспекта лекции от текста является свертывание текста. При ведении конспекта удаляются отдельные слова или части текста, которые не выражают значимую информацию, а развернутые обороты речи заменяют более лаконичными или же синонимичными словосочетаниями. При конспектировании основную информацию следует записывать подробно, а дополнительные и вспомогательные сведения, примеры – очень кратко. Особенно важные моменты лекции, на которые следует обратить особое внимание лектор, как правило, читает в замедленном темпе, что позволяет сделать их запись дословной. Также важно полностью без всяких изменений вносить в тетрадь схемы, таблицы, чертежи и т.п., если они предполагаются в лекции. Для того, чтобы совместить механическую запись с почти дословным фиксированием наиболее важных положений, можно использовать системы условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким.

КАРТА**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**Дисциплина: **Автономная навигация мобильных роботов**Код, направление подготовки: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**Направленность (профиль): **Нейросетевые технологии в автоматизированных системах управления**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Аббясов, В. М. Промышленные роботы и робототехнические системы : учебник для спо / В. М. Аббясов, С. Л. Петухов. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2026. - 168 с. - (Профессиональное образование). - URL: https://urait.ru/bcode/600285 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ISBN 978-5-534-16770-2 : 1009.00 р. - Текст : непосредственный.	ЭР*	15	100	+
2	Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами : учебник для вузов / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2026. - 170 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/587633 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ISBN 978-5-534-11992-3 : 819.00 р. - Текст : непосредственный.	ЭР*	15	100	+
3	Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебник для вузов / А. М. Сажнев. - 3-е изд., пер. и доп. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2026. - 148 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/585346 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ISBN 978-5-534-18602-4 : 639.00 р. - Текст : непосредственный.	ЭР*	15	100	+
4	Смирнов, Ю. А. Датчики и системы позиционирования мобильных роботов и автономных транспортных средств : учебное пособие для спо / Ю. А. Смирнов, В. А. Детистов ; Детистов В. А. - Санкт-Петербург : Лань, 2026. - 272 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/510174 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ISBN 978-5-507-53634-4 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	ЭР*	15	100	+

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>