

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского  
государственного университета

А.Д.Король

23 декабря 2024 г.

Регистрационный № УД-13467/уч.



## МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для  
специальности:

**1-31 03 04 Информатика**

2024 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 04-2021, учебного плана БГУ № G31-1-213/уч. от 22.03.2022.

<http://elib.bsu.by/handle/123456789/150658> (ссылка на Образовательные стандарты I ступени)

[http://elib.bsu.by/handle/123456789/117615/browse?type=title&sort\\_by=1&order=A&SC&rpp=200&etal=0](http://elib.bsu.by/handle/123456789/117615/browse?type=title&sort_by=1&order=A&SC&rpp=200&etal=0) (ссылка на учебные планы БГУ I ступени)

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

**А.А. Францкевич** – доцент кафедры компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент;

**И. С. Козловская** – доцент кафедры компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

### **РЕЦЕНЗЕНТ:**

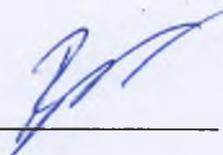
**Д.В. Баровик** – заместитель директора ОАО «Центр банковских технологий», кандидат физико-математических наук, доцент;

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой компьютерных технологий и систем БГУ  
(протокол № 5 от 17.12.2024);

Научно-методическим советом БГУ  
(протокол № 5 от 19.12.2024).

Заведующий кафедрой



---

В.В. Казаченок

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

**Цель** преподавания учебной дисциплины – подготовка специалистов, обладающих теоретическими знаниями и практическими навыками решения прикладных задач мобильной робототехники.

### Задачи учебной дисциплины:

1. Создать базу знаний для освоения основных понятий, алгоритмов и методов работы с системами мобильной робототехники.

2. Формирование составной части банка знаний, получаемых будущими специалистами в процессе учебы и необходимых им в дальнейшем для успешной работы.

3. Формирование у студентов основ мобильной робототехники, формирование практических навыков работы с робототехническими системами, знакомство с многообразием роботов и их использования в практической жизнедеятельности человека.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к **дисциплинам специализаций** компонента учреждения образования.

Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами. Основой для изучения учебной дисциплины являются дисциплины государственного компонента «Основы высшей алгебры», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра» модуля «Геометрия и алгебра», дисциплины государственного компонента «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Функциональные последовательности и ряды, несобственный интеграл», «Ряды и функции комплексного аргумента» модуля «Математический анализ», дисциплины государственного компонента «Основы и методологии программирования», «Разработка кросс-платформенных приложений», «Машинно-ориентированное программирование», «Промышленное программирование» модуля «Программирование». Знания, полученные в учебной дисциплине, используются при выполнении студентами курсовых и дипломных работ.

### Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Мобильная робототехника» должно обеспечить формирование следующих **универсальной и специализированной** компетенций:

*универсальная компетенция:*

УК. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий.

*специализированная компетенция:*

СК. Находить и анализировать научную информацию по темам, связанным с будущей профессиональной деятельностью, с применением современных технологий поиска, обработки и анализа информации, использовать глобальные

информационные ресурсы, компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные понятия, используемые в мобильной робототехнике;
- базовые элементы языка программирования для управления системами мобильной робототехники;
- основные алгоритмы для движения робота по плоскости.

**уметь:**

- использовать теоретические и практические навыки применения мобильной робототехники в практической деятельности.

**владеть:**

- навыком применения основных методов алгоритмизации для создания программ в мобильной робототехнике;
- навыком применения основных методов управления мобильными роботами.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 6-м семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Мобильная робототехника» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 216 часов, в том числе 72 аудиторных часа, из них: лекции – 36 часов, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа (УСР) – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Раздел 1. Введение в мобильную робототехнику

### Тема 1.1. Робот как система.

Возникновение и развитие робототехники. Понятия робот и робототехника. Андроиды. Промышленные, интеллектуальные, непромышленные роботы. Современное состояние робототехники. Направления робототехники. Системы управления роботами. Мобильная робототехника. Функциональная схема робота. Манипуляторы и их классификация. Классификация датчиков. Типы приводов.

### Тема 1.2. Принципы работы и компоненты роботов.

Основные принципы работы и компоненты роботов, такие как механические конструкции, электронные схемы, программирование и датчики. Классификация контроллеров, моторов и датчиков по различным параметрам (мощность, точность, скорость, диапазон измерения и т.д.). Принципы работы и схемы подключения контроллеров, моторов и датчиков. Особенности выбора и применения контроллеров, моторов и датчиков в зависимости от задач и условий работы робота. Примеры использования различных контроллеров, моторов и датчиков в различных моделях роботов. Тенденции и перспективы развития контроллеров, моторов и датчиков для робототехники. Проекты с моторами и датчиком касания. Проекты с датчиком расстояния. Проекты с датчиком цвета и света.

### Тема 1.3. Основы программирования в мобильной робототехнике.

Основы программирования на выбранном языке, включая синтаксис, переменные, циклы, условные операторы и функции. Использование библиотек и фреймворков для робототехники. Создание и редактирование графических блоков для программирования поведения робота, включая движения, сенсорiku и взаимодействие с окружающей средой. Отладка программ, выявление и устранение ошибок, тестирование на реальных роботах или симуляторах. Применение полученных знаний и навыков для разработки собственных проектов в области робототехники. Движение робота. Обратная связь. Подпрограммы. Лабиринт. Прохождение известного лабиринта. Прохождения неизвестного лабиринта по правилу правой (левой) руки с использованием датчиков.

## Раздел 2. Алгоритмы движения роботов

### Тема 2.1. Массив для движения робота

Использование массивов данных для управления движением робота. Массивы как структура, хранящая информацию о положении робота в пространстве, скорости его движения, данные с датчиков и другие параметры, необходимые для управления. Принятие решения о действиях робота, изменение направление движения. Проекты с робототехническими платформами на III ступени общего среднего образования. Соревновательная робототехника. Вывод

массива на экран робота. Массива для движения по известной траектории. Динамическая запись массива и удаление элементов и массива для движения по траектории. Массив для решения задач прохождения лабиринтов с тупиками.

## **Тема 2.2. Регуляторы для движения робота**

Принципы работы регуляторов, их классификация и характеристики. Математическое описание регуляторов и их применение в системах управления роботами. Методы настройки регуляторов для достижения оптимальных параметров движения робота. Использование регуляторов в различных приложениях робототехники, включая промышленную робототехнику, автономные транспортные средства и мобильные роботы. Релейный и пропорциональный регулятор. Движения по линии. Алгоритм «Зигзаг» с одним и двумя датчиками. Алгоритм «Волна» с одним и двумя датчиками. Алгоритм автоматической калибровки. «П-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета, ручной калибровкой и автоматической калибровкой. «П-регулятор с кубической составляющей» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. «П-регулятор с дискретным изменением коэффициента» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. «П-регулятор с дискретным изменением скорости» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. «Нормализации» датчика цвета. Алгоритм «ПИ-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. Алгоритм «ПД-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. Алгоритм «ПИД-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. Алгоритм «Защиты от съезда» с 4 датчиками цвета. Подсчет перекрестков и действия робота на них.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы                            | Количество аудиторных часов |                      |                     |                      |      | Количество часов УСР | Форма контроля знаний  |
|---------------------|---|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|----------------------|--|
|                     |   | Лекции                      | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное |                      |  |
| 1                   | 2   | 3                           | 4                    | 5                   | 6                    | 7    | 8                    | 9  |
| <b>1</b>            | <b>Введение в мобильную робототехнику</b>         | <b>16</b>                   |                      |                     | <b>12</b>            |      | <b>4</b>             |  |
| 1.1                 | Робот как система                                 | 4                           |                      |                     | 4                    |      |                      | Устный опрос, Отчет по лабораторной работе<br>Контрольная работа 1.  |
| 1.2                 | Принципы работы и компоненты роботов              | 6                           |                      |                     | 4                    |      | 2                    | Электронный тест<br>Контрольная работа 2.  |
| 1.3                 | Основы программирования в мобильной робототехнике | 6                           |                      |                     | 4                    |      | 2                    | Проверка индивидуальных заданий, электронный тест<br>Контрольная работа 3.   |
| <b>2.</b>           | <b>Алгоритмы движения роботов</b>                 | <b>20</b>                   |                      |                     | <b>18</b>            |      | <b>2</b>             |  |
| 2.1                 | Массив для движения робота                        | 4                           |                      |                     | 4                    |      |                      | Контрольная работа 4.  |
| 2.2                 | Регуляторы для движения робота                    | 16                          |                      |                     | 14                   |      | 2                    | Проверка индивидуальных заданий, электронный тест.<br>Контрольная работа 5,<br>Контрольная работа 6,<br>Контрольная работа 7,<br>Контрольная работа 8. |
| <b>Итого</b>        |   | <b>36</b>                   |                      |                     | <b>30</b>            |      | <b>6</b>             |  |

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Основная литература**

1. Датчики систем автоматизации : лабораторный практикум / М-во образования Республики Беларусь, БНТУ, Каф. "Робототехнические системы" ; [сост.: Г. Н. Здор, Ю. Е. Лившиц]. - Минск : БНТУ, 2019. - 177 с.
2. Дахин, Д. В. Образовательная робототехника : учебно-методическое пособие / Д. В. Дахин, О. О. Бобков. — Воронеж : ВГПУ, 2022. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/317681>
3. Титенок, А. В. Основы робототехники : учебное пособие / А. В. Титенок. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 236 с. — ISBN 978-5-9729-0872-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/281237>

### **Дополнительная литература**

1. Джозеф, Лентин Изучение робототехники с помощью Python : проектирование, моделирование, программирование и прототипирование автономного мобильного робота с нуля с помощью Python, ROS, Open-CV / Лентин Джозеф ; [перевод с англ. А. В. Корягина]. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 249 с.
2. Францкевич, А. А. От алгоритма к программе: методы и способы решения задач по информатике : пособие / А. А. Францкевич. – Минск : Белорус. гос. пед. ун-т, 2022. – 148 с.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки**

Объектом диагностики компетенций студентов являются знания, умения, полученные ими в результате изучения учебной дисциплины. Выявление учебных достижений студентов осуществляется с помощью мероприятий текущего контроля и текущей аттестации.

Для диагностики компетенций могут использоваться следующие средства текущего контроля: устный опрос, электронный тест, отчет по лабораторной работе, проверка индивидуальных заданий, индивидуальная контрольная работа.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные отметки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Мобильная робототехника» учебным планом предусмотрен **экзамен**.

Для формирования итоговой отметки по учебной дисциплине используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущей и промежуточной аттестации студентов по учебной дисциплине.

Формирование итоговой отметки в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации (примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации):

- результаты выполнения индивидуальных заданий – 25 %;
- электронный тест – 25 %;
- контрольная работа – 25 %;
- устный опрос – 25 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей аттестации (рейтинговой системы оценки знаний) – 60% и отметки на зачете – 40%.

### **Примерный перечень лабораторных занятий**

Занятия 1-2. *Робот как система.*

Проекты с моторами и датчиком касания, расстояния, цвета и света. Реализация проектов с робототехническими платформами.

Занятия 3-4. *Принципы работы и компоненты роботов.*

Движение робота. Обратная связь. Точные перемещения робота на плоскости. Инициализация переменной. Выражение. Датчики: ультразвук, цвета. Подключение датчиков. Операторы сравнения. Логические операторы. Алгоритмы и программы с условным оператором с одной ветвью. Алгоритмы и программы с условным оператором с двумя ветвями, с несколькими условиями.

Занятия 5-6. *Основы программирования в мобильной робототехнике.*

Подпрограмма и лабиринт. Прохождение известного лабиринта. Прохождения неизвестного лабиринта по правилу правой (левой) руки с использованием датчиков.

Занятия 7-8. *Массив для движения робота.*

Массив для движения робота. Вывод массива на экран робота. Массива для движения по известной траектории. Динамическая запись массива и удаление элементов и массива для движения по траектории. Массив для решения задач прохождения лабиринтов с тупиками.

Занятия 9-15. *Регуляторы для движения робота.*

Релейный и пропорциональный регулятор. Алгоритм «Зигзаг» с одним и двумя датчиками. Алгоритм «Волна» с одним и двумя датчиками. Алгоритм автоматической калибровки. «П-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета, ручной калибровкой и автоматической калибровкой. «П-

регулятор с кубической составляющей» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. «П-регулятор с дискретным изменением коэффициента» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. «П-регулятор с дискретным изменением скорости» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. «Нормализации» датчика цвета. - Движения по линии. Пропорциональный регулятор. ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторы. Алгоритм «ПИ-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. Алгоритм «ПД-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. Алгоритм «ПИД-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета. Алгоритм «Защиты от съезда» с 4 датчиками цвета. Подсчет перекрестков и действия робота на них. ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторы. Элементы навигации.

*Рекомендуемая тематика контрольных работ:*

- 1) Контрольная работа № 1 «Системы управления роботами».
- 2) Контрольная работа № 2 «Основные принципы работы и компоненты роботов».
- 3) Контрольная работа № 3. «Создание и редактирование графических блоков для программирования поведения робота».
- 4) Контрольная работа № 4. «Использование массивов данных для управления движением роботов».
- 5) Контрольная работа № 5 «Принципы работы регуляторов, их классификация и характеристики».
- 6) Контрольная работа № 6 «Использование регуляторов в различных приложениях робототехники».
- 7) Контрольная работа № 7. «Релейный и пропорциональный регулятор».
- 8) Контрольная работа № 8. «Подсчет перекрестков и действия робота на них».

### **Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы**

#### **Тема 1.2. Принципы работы и компоненты роботов (2 ч).**

Необходимо рассмотреть алгоритмы и программы с условным оператором с одной ветвью. Алгоритмы и программы с условным оператором с двумя ветвями, с несколькими условиями

**Форма контроля** – электронный тест.

#### **Тема 1.3. Основы программирования в мобильной робототехнике (2 ч)**

Необходимо обеспечить прохождение неизвестного лабиринта по правилу правой (левой) руки с использованием датчиков.

**Форма контроля** – электронный тест.

#### **Тема 2.2. Регуляторы для движения робота. (2 ч)**

Необходимо рассмотреть релейный и пропорциональный регулятор.

**Форма контроля** – электронный тест.

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Мобильная робототехника» используются современные информационные ресурсы. Управляемая самостоятельная работа (консультационно-методическая поддержка и контроль) дисциплины обеспечивается средствами образовательного портала БГУ LMS Moodle, на котором размещены:

- учебно-методические материалы;
- учебное издание для теоретического изучения дисциплины;
- методические указания к лабораторным занятиям;
- материалы текущего контроля и текущей аттестации;
- вопросы для подготовки к экзамену;
- тесты, вопросы для самоконтроля;
- список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Программируемый модуль, сенсоры и датчики наборов по робототехнике. Мобильная робототехника. Робот как система.

2. Среда программирования мобильных роботов. Интерфейс. Режимы. Палитра блоков.

3. Программа вывода текста на экран робота. Загрузка программы на робота. Запуск программы на работе.

4. Алгоритмическая структура «Следование». Подключение моторов. Движение вперед. Движение назад.

5. Алгоритмическая структура «Следование». Резкий поворот. Плавный поворот. Поворот на месте.

6. Тайм-модель алгоритма для движения. Энкодерная-модель алгоритма для движения.

7. Точные перемещения робота на плоскости. Инициализация переменной. Выражение.

8. Датчики: ультразвук, цвета. Подключение датчиков. Операторы сравнения. Логические операторы.

9. Алгоритмы и программы с условным оператором с одной ветвью, с двумя ветвями, с несколькими условиями. Примеры использования условий для движения робота.

10. Алгоритмическая структура «Цикл». Безусловный цикл. Цикл с предусловием. Примеры использования данного цикла для движения робота.

11. Цикл с постусловием. Цикл с известным числом повторений. Примеры использования данного цикла для движения робота.

12. Прохождение известного лабиринта с использованием подпрограмм.

13. Прохождения неизвестного лабиринта по правилу правой (левой) руки с использованием датчиков.

14. Движение по лабиринту с использованием массива. Вывод массива на экран робота. Массив для движения по известной траектории.

15. Динамическая запись массива и удаление элементов и массива для движения по траектории. Массив для решения задач прохождения лабиринтов с тупиками.

16. Алгоритм «Зигзаг» с одним и двумя датчиками для движения робота по линии. Алгоритм автоматической калибровки для движения робота по линии.

17. Алгоритм «Волна» с одним и двумя датчиками для движения робота по линии. Алгоритм автоматической калибровки для движения робота по линии.

18. «П-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета, ручной калибровкой и автоматической калибровкой для движения робота по линии.

19. «П-регулятор с кубической составляющей» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета для движения робота по линии.

20. «П-регулятор с дискретным изменением коэффициента» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета для движения робота по линии.

21. «П-регулятор с дискретным изменением скорости» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета для движения робота по линии.

22. «Нормализации» датчика цвета.

23. Алгоритм «ПИ-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета для движения робота по линии.

24. Алгоритм «ПД-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета для движения робота по линии.

25. Алгоритм «ПИД-регулятор» с одним датчиком цвета и с двумя датчиками цвета для движения робота по линии.

26. Элементы навигации. Алгоритм «Защиты от съезда» с 4 датчиками цвета.

27. Элементы навигации. Подсчет перекрестков и действия робота на них.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|------------------|---|---|
| Учебная дисциплина не требует согласования                    |                  |   |   |

Заведующий кафедрой  
компьютерных технологий и систем,  
доктор педагогических наук, профессор



В.В. Казаченок

17.12.2024

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

| №<br>п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
|          |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_