

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

Ю.В. Машин

« 30 » 06 2019 г.

Регистрационный № УД-150406/Б.Р.Вол.Ч/р.

АВТОНОМНЫЕ МОБИЛЬНЫЕ РОБОТЫ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Направленность (профиль) Промышленная и мобильная робототехника

Квалификация Магистр

	Форма обучения
	Очная
Курс	1
Семестр	1, 2
Лекции, часы	16
Практические занятия, часы	52
Лабораторные занятия, часы	
Курсовая работа, семестр	2
Курсовой проект, семестр	
Зачёт, семестр	
Экзамен, семестр	1,2
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр	
Самостоятельная работа, часы	184
Всего часов / зачетных единиц	252/7

Кафедра-разработчик программы: Электропривод и АПУ
(название кафедры)

Составитель: В. Н. Шарков, старший преподаватель
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры), утвержденным приказом №1491 от 21.11.2014 г., учебным планом рег. №150406-1, утвержденным 19.04.2019 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и АПУ»
(название кафедры)
«30» 05 2019г., протокол № 11.

Зав. кафедрой «Электропривод и АПУ»

 Г.С. Леневский

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

«19» июня 2019 г., протокол № 5.

Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

Рецензент: А.В. Чайко, главный конструктор филиала «Могилевский завод
Электродвигатель» ОАО «Могилевлифтмаш»
(И.О. Фамилия, должность, учченая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Зав. кафедрой «Технология машиностроения»
(название выпускающей кафедры)



В.М. Шеменков

Ведущий библиотекарь

 О.С. Чусовая

Начальник учебно-методического
отдела



О.Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является изучение методов формирования и исследования математических моделей автономных мобильных роботов и сопутствующего математического аппарата, применяемых при компьютерном моделировании робототехнических систем для исследования их движения и планирования траекторий.

В результате изучения дисциплины магистранты должны получить такую совокупность знаний и умений, которые необходимы им для успешного решения задач, связанных с разработкой и управлением автономных мобильных роботов и умением правильно их эксплуатировать.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент (магистрант) должен знать:

- основные понятия и концепции математического моделирования мобильных колёсных роботов, порядок применения соответствующего теоретического аппарата в важнейших практических приложениях;
- теоретические основы математического моделирования робототехнических систем и используемого в ней вспомогательного математического аппарата;
- основные алгоритмы математического моделирования робототехнических систем;
- идеологию компьютерного моделирования робототехнических систем и принципы построения математических моделей робототехнических систем.

уметь:

- правильно применять основные алгоритмы математического моделирования, использовать методы вычислительной механики и математического моделирования в технических приложениях;
- составлять уравнения, адекватно описывающие поведение робототехнических систем, применяя необходимый математический аппарат;
- решать типовые задачи по основным разделам курса;
- анализировать модели робототехнических систем на разных уровнях моделирования – инвариантном, координатном и программном – оперативно переключаясь по мере необходимости с одной точки зрения на другую;
- самостоятельно разрабатывать, пользуясь приобретёнными при изучении управления движением мобильных колёсных роботов (а также получаемыми самостоятельно при помощи современных информационных технологий) знаниями и методами исследования, алгоритмы решения практических задач, достигая поставленных целей;
- применять основные методы исследования движения неголономных механических систем, а также типовые алгоритмы такого исследования при решении конкретных задач;
- использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, квалифицированно применяя программное обеспечение и математические пакеты для компьютерного моделирования робототехнических систем;
- пользоваться современными информационными технологиями для совершенствования и развития своего интеллектуального, профессионального и общекультурного уровня;
- мыслить логично, обосновывать свои рассуждения, ясно и доходчиво излагать суть предлагаемых решений и получаемых результатов, представлять окончательные результаты проделанной работы в виде отчёта с его публикацией или публичной защитой.

владеть:

- навыками применения основных законов математического моделирования, теории управления в важнейших практических приложениях;

- матричными методами неголономной механики, методами теории управления движением, методами обработки информации в реальном масштабе времени;
- навыками применения методов теории управления движением механических, робототехнических и магнитронных систем для решения естественнонаучных и технических задач;
- навыками построения и исследования с применением компьютерной техники математических моделей робототехнических систем;
- типовыми алгоритмами исследования движения неголономных механических систем, управляемых систем абсолютно твёрдых тел;
- навыками использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при численном исследования математико-механических моделей робототехнических систем;
- навыками письменного аргументирования собственной точки зрения;
- навыками практического анализа логики различного рода рассуждений.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента (магистранта)

Дисциплина относится к блоку Б.1.В.ОД «Дисциплины (модули) (Вариативная часть, обязательные дисциплины)».

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Научные и инженерные методы в магнитронике и робототехнике»;
- «Информационные системы в робототехнике»;
- «Сенсорные и управляемые системы роботов».

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Системы автоматизированного проектирования и производства».

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
Общекультурные компетенции	
ОК-3	Способностью использовать в практической деятельности новые знания и умения, как относящиеся к своему научному направлению, так и, в новых областях знаний, непосредственно не связанных с профессиональной сферой деятельности
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-6	Готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
Научно-исследовательская деятельность	
ПК-4	Способность осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области магнитроники и робототехники, средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск
ПК-7	Способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК-8	Готовностью к руководству и участию в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания магнитронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

ПК-10	Способностью участвовать в разработке конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
-------	--

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Тема 1. Неголономные модели колёсных роботов в обобщённых скоростях	Области применения колёсных роботов (транспорт, охрана, сервис, медицина). Беспилотные транспортные средства и задача автономного интеллектуального управления автомобилем. Конструктивные особенности колёсных роботов и типы колёс. Проблема устойчивости колёсных аппаратов при больших скоростях. Неголономные связи и корректность моделей неголономной механики. Уравнения Лагранжа с неопределенными множителями для неголономных механических систем. Механический смысл неопределённых множителей Лагранжа и уравнения для их определения. Матричные методы при составлении уравнений неголономных систем. Условия устойчивости стационарных движений.	ПК-4, ПК-7 ОПК-6 ОК-3
2	Тема 2. Неголономные модели колёсных роботов в псевдоскоростях	Уравнения Маджи. Движение конька на плоскости. Уравнения Эйлера – Лагранжа в псевдоскоростях. Принцип Гаусса (принцип наименьшего принуждения), его энергетическая трактовка. Уравнения Аппеля для неголономных механических систем. Структура функции Аппеля и уравнений Аппеля. Теорема Кёнига для функции Аппеля. Способы подсчета обобщённых сил в уравнениях Аппеля. Функция Аппеля для твёрдого тела с одной неподвижной точкой. Качение шара по шероховатой поверхности. Управление роботом шаровой формы. Введение псевдоскоростей для роботов с поворотными колёсами. Кинематические уравнения роботов с поворотными колёсами.	ПК-4, ПК-8 ОПК-6 ОК-3
3	Тема 3. Математические модели трицикла	Уравнения Аппеля для трицикла – трёхколесного робота с двумя ведущими колёсами и пассивным рояльным колесом. Уравнения двигателей постоянного тока, вентильных двигателей. Стационарные движения трицикла при постоянных напряжениях на двигателях. Фазовая плоскость и типы бифуркаций при росте напряжений на двигателях. Построение программных движений трицикла по траектории, составленной из четвертей окружностей. Расчёт программных напряжений на двигателях робота. Условия реализуемости программных движений и зависимость скачков напряжений от гладкости программной траектории.	ПК-4, ПК-8 ОПК-6 ОК-3
4	Тема 4. Задачи навигации мобильных роботов	Сенсорные подсистемы автономных мобильных роботов и их чувствительные элементы. Принципы работы оптронной линейки и систем технического зрения. Оптические сенсоры кругового обзора. Датчики углов поворотов колес. Волоконно-оптические и лазерные гироскопы. Кварцевые	ПК-4, ПК-10 ОК-3

		акселерометры. МЭМС-технологии и принципы работы микромеханических гироскопов и акселерометров. Ультразвуковые датчики. Дальномеры. Условия управляемости роботов с поворотными колёсами и роботов с рояльными колесами. Решение задачи наблюдаемости для разных наборов датчиков в мобильном роботе. Внешние и внутренние координаты мобильного робота. Прямая и обратная задача кинематики для колёсного робота. Алгоритмы автономной навигации колёсного робота. Уравнения для счисления пути. Уравнения ошибок навигационного алгоритма. Коррекция навигационных систем. Использование волноконно-оптических и лазерных гироскопов в навигационных задачах. Применение фильтра Калмана в задачах навигации мобильных колёсных роботов.	
--	--	--	--

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

2.2.1 Учебно-методическая карта учебной дисциплины дневной формы обучения в первом семестре

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) за- нятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
1	Тема 1. Неголономные модели колёсных роботов в обобщённых скоростях. Области применения колёсных роботов (транспорт, охрана, сервис, медицина). Беспилотные транспортные средства и задача автономного интеллектуального управления автомобилем. Конструктивные особенности колёсных роботов и типы колёс. Проблема устойчивости колёсных аппаратов при больших скоростях.	2	ПЗ №1. Применение уравнений Лагранжа с неопределенными множителями в задачах динамики мобильных колёсных роботов	2	2	ЗИЗ
2			ПЗ №2 .Применение уравнений Лагранжа с неопределенными множителями в задачах динамики мобильных колёсных роботов	2	2	ЗИЗ
3	Тема 1. Неголономные модели колёсных роботов в обобщённых скоростях. Неголономные связи и корректность моделей неголономной механики. Уравнения Лагранжа с неопределенными множителями для неголономных механических систем. Механический смысл неопределенных множителей Лагранжа и уравнения для их определения. Матричные методы при составлении уравнений неголономных систем. Условия устойчивости стационарных движений.	2	ПЗ №3. Применение псевдоскоростей для описания динамики колёсных роботов; уравнения Маджи.	2	2	ЗИЗ
4			ПЗ №4. Применение псевдоскоростей для описания динамики колёсных роботов; уравнения Маджи.		2	ЗИЗ
5	Тема 2. Неголономные модели колёсных роботов в псевдоскоростях Уравнения Маджи. Движение конька на	2	ПЗ №5. Уравнения Эйлера – Лагранжа в псевдоскоростях и их	2	2	ЗИЗ

	плоскости. Уравнения Эйлера – Лагранжа в псевдоскоростях. Принцип Гаусса (принцип наименьшего принуждения), его энергетическая трактовка. Уравнения Аппеля для неголономных механических систем. Структура функции Аппеля и уравнений Аппеля. Теорема Кёнига для функции Аппеля. Способы подсчета обобщенных сил в уравнениях Аппеля.		использование в задачах динамики мобильных роботов.			
6			ПЗ №6. Уравнения Эйлера – Лагранжа в псевдоскоростях и их использование в задачах динамики мобильных роботов.	1	ЗИЗ	
7	Тема 2. Неголономные модели колёсных роботов в псевдоскоростях Функция Аппеля для твёрдого тела с одной неподвижной точкой. Качение шара по шероховатой поверхности. Управление роботом шаровой формы. Введение псевдоскоростей для роботов с поворотными колёсами. Кинематические уравнения роботов с поворотными колёсами.	2	ПЗ №7. Описание динамики колёсных роботов при помощи уравнений Воронца и уравнений Чаплыгина.	2	1	ЗИЗ
8			ПЗ №8. Описание динамики колёсных роботов при помощи уравнений Воронца и уравнений Чаплыгина.	1	ЗИЗ	
9	Тема 3. Математические модели трицикла Уравнения Аппеля для трицикла – трёхколёсного робота с двумя ведущими колёсами и пассивным рояльным колесом. Уравнения двигателей постоянного тока, вентильных двигателей. Стационарные движения трицикла при постоянных напряжениях на двигателях. Фазовая плоскость и типы бифуркаций при росте напряжений на двигателях.	2	ПЗ №9. Уравнения Аппеля для неголономных механических систем с применением к динамике мобильных колёсных роботов.	2	1	ЗИЗ
10			ПЗ №10. Уравнения Аппеля для неголономных механических систем с применением к динамике мобильных колёсных роботов.	1	ЗИЗ	
11	Тема 3. Математические модели трицикла Построение программных движений трицикла по траектории, составленной из четвертей окружностей. Расчёт программных напряжений на двигателях робота. Условия реализуемости программных движений и зависимость скачков напряжений от гладкости программной траектории.	2	ПЗ №11. Описание электроприводов постоянного тока	2	1	ЗИЗ
12			ПЗ №12. Описание электроприводов постоянного тока	1	ЗИЗ	
13	Тема 4. Задачи навигации мобильных роботов Сенсорные подсистемы автономных мобильных роботов и их чувствительные элементы. Принципы работы оптронной линейки и систем технического зрения. Оптические сенсоры кругового обзора. Датчики углов поворотов колес. Волоконно-оптические и лазерные гироскопы. Кварцевые акселерометры. МЭМС-технологии и принципы работы микро-	2	ПЗ №13. Стационарные движения колёсных роботов	2	1	ЗИЗ

	механических гироскопов и акселерометров. Ультразвуковые датчики. Дальномеры. Условия управляемости роботов с поворотными колёсами и роботов с рояльными колесами.				
14			ПЗ №14. Стационарные движения колёсных роботов	1	ЗИЗ
15	Тема 4. Задачи навигации мобильных роботов Решение задачи наблюдаемости для разных наборов датчиков в мобильном роботе. Внешние и внутренние координаты мобильного робота. Прямая и обратная задачи кинематики для колёсного робота. Алгоритмы автономной навигации колёсного робота. Уравнения для счисления пути. Уравнения ошибок навигационного алгоритма. Коррекция навигационных систем. Использование волоконно-оптических и лазерных гироскопов в навигационных задачах. Применение фильтра Калмана в задачах навигации мобильных колёсных роботов.	2	ПЗ №15. Нестационарные движения колёсных роботов	1	ЗИЗ
16			ПЗ №16. Нестационарные движения колёсных роботов	1	ЗИЗ
17			ПЗ №17. Задачи определения сектора обзора и зоны видимости дальномера	1	ЗИЗ
18-20	Итого	16		36	ПА (экзамен)

2.2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины дневной формы обучения во втором семестре

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) за- нятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
1			ПЗ №18. Задачи определения сектора обзора и зоны видимости дальномера	2	7	ЗИЗ
2						
3			ПЗ №19. Задачи определения навигационных характеристик робота	2	7	ЗИЗ
4						
5			ПЗ №20. Задачи определения навигационных характеристик робота	2	6	ЗИЗ
6						
7			ПЗ №21. Прямая и обратная задачи кинематики для колёсного робота	2	6	ЗИЗ
8						
9			ПЗ №22. Прямая и обратная задачи кинематики для колёсного робота	2	6	ЗИЗ
10						
11			ПЗ №23. Задачи управляемости и наблюдаемости для мобильных колёсных роботов.	2	6	ЗИЗ

12						
13			ПЗ №24. Задачи управляемости и наблюдаемости для мобильных колёсных роботов.	2	6	ЗИЗ
14						
15			ПЗ №25. Применение фильтра Калмана в задачах навигации мобильных колёсных роботов.	2	6	ЗИЗ
16						
17			ПЗ №26. Применение фильтра Калмана в задачах навигации мобильных колёсных роботов.	2	6	ЗИЗ
18						
1-18	Выполнение курсовой работы				36	
19-20					36	ПА (экзамен)
	Итого			18	128	

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПА - Промежуточная аттестация.

2.3 Требования к курсовому проекту (курсовой работе)

Целью курсового проектирования является закрепление на практике знаний, полученных при изучении дисциплины. На курсовой проект (работу) отводится 1 з.е. (36 часов).

Примерная тематика курсовых проектов (работ) представлена в приложении хранится на кафедре.

Курсовая работа включает следующие разделы

Пояснительная записка курсовой работы:

Введение.

- 1 Методы планирования и управления движением мобильных роботов.
- 2 Описание и моделирование исполнительной системы мобильного робота.
- 3 Разработка алгоритмов планирования движения мобильного робота.
- 4 Компьютерное исследование системы управления.
- 5 Вопросы технической реализации системы управления.

Заключение.

Список литературы.

Графическая часть курсовой работы

Лист 1 – Схема кинематическая исполнительной системы мобильного робота, схема компьютерной модели исполнительной системы мобильного робота.

Лист 2 – Алгоритмы планирования движения мобильного робота, исследование системы управления в основных режимах работы.

На выполнение курсовой работы отводится 36 часов.

Объем пояснительной записи – 25-30 страниц формата А4. Графическая часть – два листа формата А1.

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Практические занятия	
1	Традиционные	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4		16
2	С использованием ПК (ЭВМ)		ПЗ №1-ПЗ №26	52
	ИТОГО	16	52	68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Индивидуальные задания	1
4	Темы курсовых работ	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ (МАГИСТРАНТОВ)

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня*	Результаты обучения
Компетенция ОК-3 Способность использовать в практической деятельности новые знания и умения, как относящиеся к своему научному направлению, так и в новых областях знаний, непосредственно не связанных с профессиональной сферой деятельности			
1	Пороговый уровень	Ориентирование в структурах автономных мобильных роботов	Знает структуры автономных мобильных роботов
2	Продвинутый уровень	Классификация и знание методов организации автономных мобильных роботов	Владеет методами организации и классификации автономных мобильных роботов
3	Высокий уровень	Знание методов построения систем управления автономных мобильных роботов	Применяет методы построения систем управления автономных мобильных роботов
Компетенция ОПК-6 Готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий			
1	Пороговый уровень	Знание методов защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	Знает методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

2	Продвинутый уровень	Знание и умение классифицировать методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	Умеет применять мехатронные транспортные системы в различных сферах производственной деятельности.
3	Высокий уровень	Знание методов обеспечения функциональной безопасности транспортно-информационных систем	Умеет оценивать уровни полноты безопасности при проектировании транспортно-информационных систем

Компетенция ПК-4

Должен обладать способностью осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области мехатроники и робототехники, средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск

1	Пороговый уровень	Ориентируется в сетевых структурах транспортных объектов, применяемых в отечественно и зарубежной практике	Знает протоколы обмена данными.
2	Продвинутый уровень	Умеет классифицировать и знает способы передачи сигналов	Умеет обрабатывать и применять результаты измерений
3	Высокий уровень	Знает требования стандартов при проектировании транспортно-информационных систем	Умеет оценивать применение научно-технической информации и зарубежного опыта при синтезе информационных систем в робототехнике.

Компетенция ПК-7

Должен обладать способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности

	Пороговый уровень	Умение внедрять на практике результаты исследований и разработок	Умеет внедрять на практике результаты исследований и разработок
	Продвинутый уровень	Способность внедрять на практике результаты исследований и разработок	Владеет способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок
	Высокий уровень	Понимать и оценивать результаты внедрения на практике результатов исследований и разработок	Понимает и оценивает результаты внедрения на практике результатов исследований и разработок

Компетенция ПК-8

Должен обладать готовностью к руководству и участию в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

	Пороговый уровень	Уметь проводить обоснование проектных решений	Умеет проводить обоснование проектных решений
	Продвинутый уровень	Способность проводить обоснование проектных решений	Владеет способностью проводить обоснование проектных решений
	Высокий уровень	Глубоко понимать и оценивать обоснование проектных решений	Уверенно владеет способностью проводить обоснование проектных решений

Компетенция ПК-10

Должен обладать способностью участвовать в разработке конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями

	Пороговый уровень	Понимать вопросы проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и	Знание основных этапов проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая
--	-------------------	--	---

		экологические требования	различные технические, энергоэффективные и экологические требования
	Продвинутый уровень	Способность применять свои знания в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Владеет приемами проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
	Высокий уровень	Глубоко понимать и оценивать методы проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Уверенно владеет приемами проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
Компетенция ОК-3 Способность использовать в практической деятельности новые знания и умения, как относящиеся к своему научному направлению, так и в новых областях знаний, непосредственно не связанных с профессиональной сферой деятельности	
Знает структуры автономных мобильных роботов	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Владеет методами организации и классификации автономных мобильных роботов	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Применяет методы построения систем управления автономных мобильных роботов	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Компетенция ОПК-6 Готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	
Знает методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет применять мехатронные транспортные системы в различных сферах производственной деятельности.	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет оценивать уровни полноты безопасности при проектировании транспортно-информационных систем	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Компетенция ПК-4 Должен обладать способностью осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области мехатроники и робототехники, средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск	
Знает протоколы обмена данными.	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет обрабатывать и применять результаты измерений	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Умеет оценивать применение научно-технической	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.

информации и зарубежного опыта при синтезе информационных систем в робототехнике.	ального задания.
Компетенция ПК-7	
Должен обладать способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности	
Умеет внедрять на практике результаты исследований и разработок	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Владеет способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Понимает и оценивает результаты внедрения на практике результатов исследований и разработок	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Компетенция ПК-8	
Должен обладать готовностью к руководству и участию в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	
Умеет проводить обоснование проектных решений	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Владеет способностью проводить обоснование проектных решений	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Уверенно владеет способностью проводить обоснование проектных решений	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Компетенция ПК-10	
Должен обладать способностью участвовать в разработке конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	
Знание основных этапов проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Владеет приемами проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.
Уверенно владеет приемами проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Вопросы к подготовке по выполнению индивидуального задания.

5.3 Критерии оценки практических работ

К защите практической работы допускается студент, имеющий отчет в соответствии с требованиями к методическим указаниям.

Для конкретной оценки знаний студента следует руководствоваться следующими критериями:

- пороговый уровень: Студент владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Понимает назначение и возможности применяемых методов при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;
- продвинутый уровень: Студент хорошо владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Понимает назначение и возможности и умеет применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;
- высокий уровень: Студент глубоко владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Умеет грамотно и корректно применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изучаемой дисциплине и формулировать выводы по полученным результатам.

5.4 Критерии оценки курсовой работы

При проведении защиты курсовой работы во внимание принимается текущая работа студента в течение семестра. Для допуска к защите курсовой работы студент должен набрать минимум 36 баллов, максимум 60 баллов. Соответственно интервал оценки полноты и качества ответов на вопросы составляет 15-40 баллов.

Для конкретной оценки знаний студента следует руководствоваться следующими критериями:

- пороговый уровень: Студент владеет терминологией по изученной дисциплине. Понимает назначение и возможности применяемых методов при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;

- продвинутый уровень: Студент хорошо владеет терминологией по изученной дисциплине. Понимает назначение и возможности и умеет применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;

- высокий уровень: Студент глубоко владеет терминологией по изученной дисциплине. Умеет грамотно и корректно применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине и формулировать выводы по полученным результатам.

5.5 Критерии оценки экзамена.

Билет на экзамен включает 2 теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 8 до 20 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

20 баллов – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.

18 баллов – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

16 баллов – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

14 баллов – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

12 баллов – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.

10 баллов – в ответе студента имеются недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки, не может ответить на большую часть дополнительных вопросов, но в целом может сформулировать ответ;

8 баллов – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки;

Ниже 8 баллов – студент имеет общее представление о вопросе, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа магистрантов (СРМ) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРМ включает следующие виды самостоятельной работы магистрантов:

- решение задач;
- конспектирование;
- изучение нормативных документов;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- подготовка к аудиторным (практическим) занятиям;
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к экзамену.

Контроль самостоятельной работы магистрантов.

Контроль самостоятельной работы является мотивирующим фактором образовательной деятельности магистранта.

Контроль выполнения самостоятельной работы, отчет по самостоятельной работе должны быть индивидуальными.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы магистранта могут являться:

- уровень освоения магистрантом учебного материала;
- умение магистранта использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины «Автономные мобильные роботы».

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы магистрантов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРМ рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Булгаков, А.Г Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / А.Г. Булгаков, В.А. Воробьев. - М. : СОЛОН-Пр., 2018. - 488 с. - (Библиотека инженера). - ISBN 978-5-91359-296. Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1015061	—	сайт: http://znanium.com
2	Киселев, М.М. Робототехника в примерах и задачах. Курс программирования механизмов и роботов : учебное пособие / М.М. Киселев. - М. : СОЛОН-Пр., 2017. - 136 с. - (Информатика). - ISBN 978-5-91359-235-4. Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1015055	—	сайт: http://znanium.com
3	Автоматические системы транспортных средств: Учебник / Беляков В.В., Зезюлин Д.В., Макаров В.С. - М.:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 352 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) ISBN 978-5-91134-980-6 Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/486415	—	сайт: http://znanium.com

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1.	Иванов А. А. Основы робототехники: учеб. пособие / А. А. Иванов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. - 224с. - (Высшее образование).	Допущено УМО АМ в качестве учебного пособия для студентов вузов	12
2.	Иванов А. А. Основы робототехники: учеб. пособие / А. А. Иванов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2016. - 224с. - (Высшее образование).	Допущено УМО АМ в качестве учебного пособия для студентов вузов	8
3.	Егоров О. Д. Конструирование механизмов роботов: учебник / О. Д. Егоров. - М.: Абрис: Высш. шк., 2012. - 444с.: ил.	Допущено УМО ВУЗов по образованию в области автоматизированного машиностроения	10
4.	Герман-Галкин С. Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК / С. Г. Герман-Галкин. - СПб.: КОРОНА-Век, 2008. - 368с. + CD-ROM.	-	1

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. Материалы образовательного математического сайта Exponenta.ru, сетевой адрес <http://www.exponenta.ru>.
2. Материалы сайта «Единое окно доступа к образовательным ресурсам», сетевой адрес <http://window.edu>.
3. Материалы сайта « Все для студента», сетевой адрес : [tp://www.twirpx.com/files/tek/](http://www.twirpx.com/files/tek/)
4. Материалы сайта «Электронная библиотечная система» сетевой адрес: <http://znanium.com>.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1 Методические рекомендации к практическим занятиям (электронный вариант)

7.4.2 Информационные технологии

Тема 1. Неголономные модели колёсных роботов в обобщённых скоростях
Тема 2. Неголономные модели колёсных роботов в псевдоскоростях
Тема 3. Математические модели трицикла
Тема 4. Задачи навигации мобильных роботов

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Лицензионное программное обеспечение, используемое в образовательном процессе:

- математический пакет MathCad;
- математический пакет Matlab;
- текстовый редактор Microsoft WordXP/2003/2007;
- операционная система Microsoft Windows 7.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лабораторий «316/2», рег. № ПУЛ-4.205-316/2-18, «207/2, 213/2»,