

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В. Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры
И. В. Ярмоленко
« 20 » 05 20 21 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС
А. В. Белоусов
« 20 » 05 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Системы управления и навигации мобильными и летательными
робототехническими комплексами

Направление подготовки (специальность):

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Интеллектуальные робототехнические системы и комплексы

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

Институт Магистратуры

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1023 от 14 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):

_____ (ученая степень и звание)


(подпись)

_____ А. А. Степовой
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

_____ д-р техн. наук, проф.
(ученая степень и звание)


(подпись)

_____ В. Г. Рубанов
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

_____ Технической кибернетики
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:

_____ д-р техн. наук, проф.
(ученая степень и звание)


(подпись)

_____ В. Г. Рубанов
(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель:

_____ канд. техн. наук, доц.
(ученая степень и звание)


(подпись)

_____ А. Н. Семернин
(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-12. Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	ОПК-12.1. Организовывает монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: особенности и правила выполнения монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем; методики испытаний оборудования мехатронных и робототехнических систем</p> <p>Уметь: контролировать правильность выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации и механизации производственных процессов; выполнять основные действия по проведению монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.</p> <p>Владеть: опытом организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем; навыками составления технических заданий на разработку средств автоматизации и механизации производственных процессов, а также контроля работ по монтажу, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации производственных процессов</p>

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-14. Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения	ОПК-14.1. Применяет знания о системах управления и навигации мобильных и летательных робототехнических комплексов при осуществлении профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации мобильных и летательных робототехнических комплексов</p> <p>Уметь: объяснять научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации мобильных и летательных робототехнических комплексов</p> <p>Владеть: навыками систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации мобильных и летательных робототехнических комплексов</p>
	ПК-4. Способен разрабатывать управляющие устройства и системы навигации сложных мехатронных модулей и робототехнических устройств летательного и мобильного классов на базе стандартных комплектов элементов автоматики и микроконтроллерной техники	ПК-4.1. Разрабатывает управляющие устройства и системы навигации сложных мехатронных модулей и робототехнических устройств летательного и мобильного классов на базе стандартных комплектов элементов автоматики и микроконтроллерной техники	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: стандартные исполнительные и управляющие устройства, средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для построения систем управления и навигации мобильных и летательных роботов; законы управления, технические характеристики элементов робототехнических систем, подходы к реализации алгоритмов и стратегий управления и навигации роботов; принципы построения систем навигации и управления; основные инструментальные среды создания программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем, методику их использования; основные методы и алгоритмы локализации робота и планирования маршрута;</p>

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
			<p>Уметь: разрабатывать алгоритмы систем управления и навигации на типовых и стандартных языках программирования с использованием различных аппаратных и программных платформ; производить расчеты и проектирование мехатронных и робототехнических систем использовать робототехнические инструментальные средства; использовать ROS и симулятор Gazebo для вычисления и построения маршрутов; использовать типовые пакеты и библиотеки инструментальных сред для решения практических задач построения программного обеспечения мехатронных объектов;</p> <p>Владеть: навыками расчета и проектирования мехатронных и робототехнических систем; навыками программирования при помощи C++ в ROS - Gazebo; навыками разработки алгоритмов и управляющих программ для мехатронных и робототехнических систем; методами описания структуры и алгоритмов функционирования макетов управляющих информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем; типовыми методами и средствами разработки и отладки систем, реализующих алгоритмы управления мехатронных и робототехнических систем; методиками сбора информации по навигационным комплексам, инерциальным системам управления и навигации, современным техническим средствам систем и комплексов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-12. Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системы управления и навигации мобильными и летательными робототехническими комплексами

2. Компетенция ОПК-14. Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системы управления и навигации мобильными и летательными робототехническими комплексами

3. Компетенция ПК-4. Способен разрабатывать управляющие устройства и системы навигации сложных мехатронных модулей и робототехнических устройств летательного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системы управления и навигации мобильными и летательными робототехническими комплексами
2	Программирование систем реального времени
3	Программное обеспечение и системные функции контроллеров

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зач. единиц, 324 часов.
Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации в первом семестре – дифференцированный зачет; во втором семестре – экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	324	162	162
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	144	72	72
Лекции	68	34	34
лабораторные	68	34	34
практические	-	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	8	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	180	72	108
курсовой проект	-	-	-
курсовая работа	-	-	-
расчетно-графическое задание	-	-	-
индивидуальное домашнее задание	-	-	-
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	144	72	72
экзамен	36	-	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1.	Программирование мобильных роботов				
1.1.	Понятие о системах управления робототехническими системами; квантование сигналов по времени и уровню. Основные свойства и преимущества систем компьютерного управления	2	-	-	3
1.2.	Аппаратное и программное обеспечение систем управления; управление в реальном времени.	2	-	2	4
1.3.	Математическое описание процессов в системах компьютерного управления. Решетчатые функции и разностные уравнения	2	-	2	4
1.4.	Устойчивость и точность импульсных систем	2	-	-	4
1.5.	Синтез регуляторов импульсных систем	2	-	4	6
1.6.	Формы и методы задания программных движений; интерполяция траекторий при контурном управлении. Алгоритмы позиционного, скоростного и силового управления движением	2	-	4	6
1.7.	Структуры и методы адаптивного управления движением робототехнических систем. Основы теории оптимального управления. Способы и алгоритмы принятия решений в интеллектуальных робототехнических системах	4	-	-	4
2.	Теоретические и практические основы управления мобильными роботами				
2.1.	Исполнительные устройства мобильных роботов	4	-	2	6
2.2.	Вычислительные устройства в системах управления роботов и гибких производственных модулей.	2	-	2	4
2.3.	Системы программного управления мобильных роботов	4	-	4	8
2.4.	Системы адаптивного управления мобильными роботами	2	-	4	6
2.5.	Системы осязательного управления роботов	2	-	4	6
2.6.	Дистанционно управляемые роботы	2		2	4
2.7.	Применение робототехнических систем	2		4	6
	ВСЕГО	34	-	34	71

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1.	Введение				
1.1.	Постановка задач планирования маршрута для мобильных роботов. От восприятия к пониманию.	2	-	-	4
1.2.	Симуляторы для мобильной робототехники.	2	-	2	5
2.	Принципы построения и применения мобильных роботов.				
2.1.	Типы мобильных роботов. Различные системы координат для мобильных роботов. Типы перемещения.	2	-	2	4
2.2	Центр масс и критерии устойчивости. Статическая устойчивость. Три ключевые вопроса мобильной робототехники	2	-	2	4
3.	Картографирование и локализация мобильных роботов				
3.1.	Основы топологии. Пространство конфигураций: 2D, 3D, общий случай.	2	-	2	4
3.2.	Препятствия в пространстве конфигураций. Кинематические и динамические модели.	2	-	2	4
3.3.	Представление робота в пространстве. Задачи прямой кинематики для мобильных роботов. Описание движения мобильного робота при помощи системы уравнений.	2	-	4	6
3.4.	Типы карт. Методы декомпозиции пространства для картографирования. Использование графов и деревьев для картографирования.	2	-	2	4
3.5.	Поиск по графу при помощи алгоритмов BFS, DFS, Dijkstra, A-Star. Методы локализации робота. Вероятностные методы. Фильтр частиц.	2	-	4	6
3.6.	Методы одновременной локализации и картографирования.	4	-	4	8
4.	Алгоритмы планирования маршрута				
4.1.	Глобальные и локальные методы планирования маршрута. Построение графа видимости. Вероятностные методы планирования.	4	-	2	6
4.2.	Тангенциальный граф. Алгоритмы семейства Bug. Поиск по графу при помощи алгоритма D-Star.	2	-	2	4
4.3.	Методы дорожной карты. Методы клетчатого разбиения. Граф Вороного.	2	-	2	4
4.4.	Методы построения при помощи огненного и волнового фронтов. Методы потенциальных полей.	2	-	2	4
4.5.	Методы, основанные на сэмплировании. Планирование пути в динамической среде.	2	-	2	4
	ВСЕГО	34	-	34	71

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<i>семестр № 1</i>				
1.	Программирование мобильных роботов	Исследование работы различных датчиков мобильного робота.	8	8
2.	Программирование мобильных роботов	Исследование регуляторов для управления скоростью движения мобильного робота	8	8
3.	Теоретические и практические основы управления мобильными роботами	Создание системы управления мобильным роботом	18	18
ИТОГО:			34	34
<i>семестр № 2</i>				
1.	Картографирование и локализация мобильных роботов	Маячные системы локальной ориентации	4	4
2.	Картографирование и локализация мобильных роботов	Навигационные системы со сканированием пространства	4	4
3.	Картографирование и локализация мобильных роботов	Инерциальные системы навигации	6	6
4.	Картографирование и локализация мобильных роботов	Системы технического зрения. Обнаружение препятствий	6	6
5.	Картографирование и локализация	Организация движения по карте в локальном пространстве. Алгоритм SLAM	6	6

	мобильных роботов			
6.	Картографирование и локализация мобильных роботов	Разработка и моделирование навигационной системы мобильного робота	8	8
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			68	68

4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-12. Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-12.1. Организовывает монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Защита лабораторных работ, экзамен.

2. Компетенция ОПК-14. Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-14.1. Применяет знания о системах управления и навигации мобильных и летательных робототехнических комплексов при осуществлении профессиональной подготовки по образовательным программам в области машиностроения	Защита лабораторных работ, экзамен.

3. Компетенция ПК-4. Способен разрабатывать управляющие устройства и системы навигации сложных мехатронных модулей и робототехнических устройств летательного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.1. Разрабатывает управляющие устройства и системы навигации сложных мехатронных модулей и робототехнических устройств летательного и мобильного классов на базе стандартных комплектующих элементов автоматики и микроконтроллерной техники	Защита лабораторных работ, экзамен.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета/экзамена

семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Программирование мобильных роботов	<p>1. Понятие о системах управления робототехническими системами; квантование сигналов по времени и уровню.</p> <p>2. Основные свойства и преимущества систем компьютерного управления.</p> <p>3. Аппаратное и программное обеспечение систем управления; управление в реальном времени.</p> <p>4. Математическое описание процессов в системах компьютерного управления. Решетчатые функции и разностные уравнения.</p> <p>5. Устойчивость и точность импульсных систем.</p> <p>6. Синтез регуляторов импульсных систем.</p> <p>7. Формы и методы задания программных движений; интерполяция траекторий при контурном управлении. Алгоритмы позиционного, скоростного и силового управления движением.</p> <p>8. Структуры и методы адаптивного управления движением робототехнических систем.</p> <p>9. Основы теории оптимального управления.</p> <p>10. Способы и алгоритмы принятия решений в интеллектуальных робототехнических системах.</p>
2	Теоретические и практические основы управления мобильными роботами	<p>11. Исполнительные устройства мобильных роботов</p> <p>12. Вычислительные устройства в системах управления роботами и гибких производственных модулей.</p> <p>13. Системы программного управления мобильных роботов</p> <p>14. Системы адаптивного управления мобильными роботами</p> <p>15. Системы осязания роботов</p> <p>16. Дистанционно управляемые роботы</p> <p>17. Применение робототехнических систем</p>

--	--	--

семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение	1. Постановка задач планирования маршрута для мобильных роботов. От восприятия к пониманию. 2. Симуляторы для мобильной робототехники.
2	Принципы построения и применения мобильных роботов	3. Типы мобильных роботов. Различные системы координат для мобильных роботов. Типы перемещения. 4. Центр масс и критерии устойчивости. Статическая устойчивость. Три ключевые вопроса мобильной робототехники
3	Картографирование и локализация мобильных роботов	5. Основы топологии. Пространство конфигураций: 2D, 3D, общий случай. 6. Препятствия в пространстве конфигураций. Кинематические и динамические модели. 7. Представление робота в пространстве. Задачи прямой кинематики для мобильных роботов. Описание движения мобильного робота при помощи системы уравнений. 8. Типы карт. Методы декомпозиции пространства для картографирования. Использование графов и деревьев для картографирования. 9. Поиск по графу при помощи алгоритмов BFS, DFS, Dijkstra, A-Star. Методы локализации робота. Вероятностные методы. Фильтр частиц. 10. Методы одновременной локализации и картографирования.
4	Алгоритмы планирования маршрута	11. Глобальные и локальные методы планирования маршрута. Построение графа видимости. Вероятностные методы планирования. 12. Тангенциальный граф. Алгоритмы семейства Bug. Поиск по графу при помощи алгоритма D-Star. 13. Методы дорожной карты. Методы клетчатого разбиения. Граф Вороного. 14. Методы построения при помощи огненного и волнового фронтов. Методы потенциальных полей. 15. Методы, основанные на сэмплинге. Планирование пути в динамической среде.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Исследование работы различных датчиков мобильного робота.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите датчики мобильных роботов и принципы их действия. 2. Какие интерфейсы подключения датчиков наиболее распространены? Принцип их работы?
2	Исследование регуляторов для управления скоростью движения мобильного робота	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные типы регуляторов для управления скоростью движения мобильного робота 2. Поясните основные принципы настройки регуляторов.
3	Создание системы управления мобильным роботом	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите основные принципы построения системы управления мобильного робота. 2. Изобразите структуру системы управления мобильного робота
4	Маячные системы локальной ориентации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные маячные системы локальной ориентации. 2. Какова основная идея таких систем ориентации?
5	Навигационные системы со сканированием пространства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные навигационные системы со сканированием пространства 2. Какова основная идея таких систем ориентации?
6	Инерциальные системы навигации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите датчики и принципы их действия необходимых для построения инерциальной системы навигации 2. Какова основная идея инерциальной системы навигации? 3. Какой главный недостаток у инерциальных систем навигации?
7	Системы технического зрения. Обнаружение препятствий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как системы технического зрения применяются в системах управления и навигации мобильных роботов?
8	Организация движения по карте в локальном пространстве. Алгоритм SLAM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способы организации движения робота по карте в локальном пространстве. 2. Опишите основные идеи алгоритма SLAM.
9	Разработка и моделирование навигационной системы мобильного робота	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы основные этапы разработки навигационной системы мобильного робота? 2. Назовите основные программные пакеты и библиотеки для моделирования различных подсистем мобильных роботов

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы

используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, алгоритмов и методов в системах управления и навигации мобильных роботов, основных принципов в области систем управления и навигации
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение анализировать, выделять особенности, комбинировать, и разрабатывать модели машинного обучения
	Умение применять на практике методы машинного обучения для создания систем управления, навигации, диагностики робототехнических систем и анализа данных робототехнических комплексов
	Умение разрабатывать математические и программные инструменты машинного обучения и анализа данных с применением готовых библиотек машинного обучения
	Умение использовать различные программные системы для построения и эксплуатации моделей машинного обучения
Навыки	Владеть навыками конструирования моделей машинного обучения и проверки их качества
	Владеть базовым инструментарием машинного обучения для решения задач проектирования мехатронных и роботизированных систем

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, алгоритмов и методов в системах управления и навигации мобильных роботов, основных принципов в области систем управления и навигации	Не знает термины, классификаций, алгоритмов и методов в системах управления и навигации мобильных роботов, основных принципов в области систем управления и навигации	Знает термины, классификаций, алгоритмов и методов в системах управления и навигации мобильных роботов, основных принципов в области систем управления и навигации, но допускает неточности формулировок	Знает термины, классификации, алгоритмы и методы в системах управления и навигации мобильных роботов, основные принципы области систем управления и навигации	Знает термины, классификации, алгоритмы и методы в системах управления и навигации мобильных роботов, основные принципы области систем управления и навигации, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части	Знает только основной матери-	Знает материал дисциплины в	Обладает твердым и полным

	материала дисциплины	ал дисциплины, не усвоил его деталей	достаточном объеме	знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение контролировать правильность выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации и механизации производственных процессов	Не умеет контролировать правильность выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации и механизации производственных процессов	Умеет частично контролировать правильность выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации и механизации производственных процессов	Умеет на достаточном уровне контролировать правильность выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации и механизации производственных процессов	Умеет на высоком уровне контролировать правильность выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации и механизации производственных процессов
Умение объяснять научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта о системах	Не умеет объяснять научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации	Умеет частично объяснить научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации	Умеет объяснить большую часть необходимой научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта о системах	Умеет объяснять научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации

управления и навигации мобильных и летательных робототехнических комплексов	мобильных и летательных робототехнических комплексов	мобильных и летательных робототехнических комплексов	управления и навигации мобильных и летательных робототехнических комплексов	мобильных и летательных робототехнических комплексов
Умение разрабатывать алгоритмы систем управления и навигации на типовых и стандартных языках программирования с использованием различных аппаратных и программных платформ	Не умеет разрабатывать алгоритмы систем управления и навигации на типовых и стандартных языках программирования с использованием различных аппаратных и программных платформ	Умеет разрабатывать отдельные, простые алгоритмы систем управления и навигации на типовых и стандартных языках программирования с использованием различных аппаратных и программных платформ	Умеет разрабатывать алгоритмы систем управления и навигации на типовых и стандартных языках программирования с использованием различных аппаратных и программных платформ, но допускает незначительные неточности	Умеет разрабатывать алгоритмы систем управления и навигации на типовых и стандартных языках программирования с использованием различных аппаратных и программных платформ

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть опытом организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем	Не владеет опытом организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем	Имеет слабые навыки организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем	Владеет базовыми навыками организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем	Владеет опытом организации монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем
Владеть навыками систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта о системах	Не владеет навыками систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации	Имеет поверхностные навыки систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации	Владеет базовыми навыками систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации	Владеет навыками систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта о системах управления и навигации

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
управления и навигации мобильных и летательных робототехнических комплексов	мобильных и летательных робототехнических комплексов	мобильных и летательных робототехнических комплексов	мобильных и летательных робототехнических комплексов	мобильных и летательных робототехнических комплексов
Владеть навыками расчета и проектирования систем управления и навигации мобильных роботов включая разработку как программной, так и аппаратной части.	Не владеет навыками расчета и проектирования систем управления и навигации мобильных роботов включая разработку как программной, так и аппаратной части	Имеет поверхностные навыки расчета и проектирования систем управления и навигации мобильных роботов включая разработку как программной, так и аппаратной части	Владеет базовыми навыками расчета и проектирования систем управления и навигации мобильных роботов включая разработку как программной, так и аппаратной части	Владеет навыками расчета и проектирования систем управления и навигации мобильных роботов включая разработку как программной, так и аппаратной части.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория робототехнических комплексов УК4 №232	проектор с переносным экраном; система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor; системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software; наборы датчиков и серводвигателей, управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard); система технического зрения Cognex DVT 545; манипуляторы ТН-350, лабораторные 5-степенные роботы НПИ Уралучтех; конвейер SCC-900; среда математического моделирования и вычислений MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox (10 лиц. №1145851 бессрочная); среда разработки Microsoft Visual Studio; среда разработки и отладки программ промышленного SCARA-робота TSPC; среда разработки программ для промышленной системы технического зрения DVT Intellect 1.4.0; 7 персональных компьюте-

		ров с доступом в сеть Интернет.
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	MathWorks	Лицензия №1145851 бессрочная
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018 бессрочная
6	Visual Studio Community	Может использовать неограниченное число пользователей в организации в следующих случаях: в учебных аудиториях, для научных исследований или участия в проектах с открытым кодом
7	CUDA Toolkit	Бесплатное программное обеспечение

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. В.Н. Новиков, Б.М. Авхимович, В.З. Вейтин «Основы устройства и конструирования Летательных аппаратов», Москва, издательство Машиностроение, 1991г.
2. И.С. Голубев, А.В. Самарин, В.И. Новосильцев «Конструкция и проектирование летательных аппаратов», Москва, издательство Машиностроение, 1995г.
3. П.П. Афонасьев и др. «Беспилотные летательные аппараты», Москва, издательство МАИ 2010г.
4. Лукомский Ю.А., Пешехонов В.Г., Скороходов Д.А. Навигация и управление движением судов. Учебник - СПб.: «Элмор», 2002.-360 с.
5. Управление мобильными роботами [Текст] : метод. указ. к лаб. работам по дисциплине "Основы мехатроники и робототехники" /

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2015. -26 с.

6. Лукинов, Александр Павлович. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Текст] : учеб. пособие / А. П. Лукинов, 2012. -605
7. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии / Б. С. Алешин [и др.] ; Под ред. Б.С. Алешина .— М. : Физматлит, 2006 .— 422 с.
8. Бабич, Александр Викторович. Эффективная обработка информации : Mind mapping для студентов и профессионалов : учебное пособие / А. В. Бабич ; Интернет-университет информационных технологий .— Москва : БИНОМ. Лаб. знаний : ИНТУИТ, 2011 .— 223 с
9. Помыкаев, Иван Иванович. Навигационные приборы и системы : учебное пособие для вузов / И.И. Помыкаев, В.П. Селезнев, Л.А. Дмитроченко ; Под ред. И.И. Помыкаева .— М. : Машиностроение, 1983 .— 455 с.
10. Селезнев В.П. Навигационные устройства: учебное пособие для вузов/В.П. Селезнев.-М.: Машиностроение, 1974, - 600 с.
11. Селезнев, Василий Петрович. Навигационные устройства : учебник для вузов / В. А Селезнев ; Под ред. В. А. Боднера .— Москва : Оборонгиз, 1961 .— 615 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Афонин и др. «Беспилотные Л.А.», Москва, издательство Машиностроение, 1967г.
2. Интеллектуальное планирование траекторий подвижных объектов в средах с препятствиями [Текст] / [Д. А. Белоглазов [и др.] ; под ред. проф. В. Х. Пшихопова, 2014. -295, [1] с.
3. Каляев И.А. Распределенные системы планирования действий коллективов роботов [Текст] / И.А. Каляев, А.Р. Гайдук, С.Г. Капустян ; под общ. ред. И.А. Каляева, 2002. -291 с.
4. Харин Е.Г. Комплексная обработка информации навигационных систем летательных аппаратов. -М.: Изд. МАИ, 2002.-259с
5. В.Н. Шивринский. Бортовые вычислительные комплексы навигации и самолетовождения.-Ульяновск: УлГТУ, 2010.-148

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.elibrary.ru>- Научная электронная библиотека
2. <http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная научно-техническая библиотека России
3. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана
4. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)
5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/>- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

6. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета

7. <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова

8. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год
без изменений.

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ В. Г. Рубанов
подпись ФИО

Директор института _____ _____
подпись ФИО