

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Механики и компьютерного моделирования

д.ф.-м.н., проф. А. В. Ковалев

15.06.2021г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.33 Мехатроника

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 01.03.03 Механика и математическое моделирование.
- 2. Профиль подготовки/специализация:** Компьютерный инжиниринг в механике сплошных сред.
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Бакалавр.
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5 Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Механики и компьютерного моделирования.
- 6. Составители программы:** Яковлев Александр Юрьевич, к.ф.- м.н., доцент, yakovlev@amm.vsu.ru
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ, протокол №10 от 15.06.2021
- 8. Учебный год:** 2021-2022 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** 6
- 9.Цели и задачи учебной дисциплины:** Курс направлен на формирование у бакалавров механики и математического моделирования навыков работы с современной микропроцессорной техникой и применение ее в области механики. Задачей дисциплины является демонстрация студентам реальных вариантов использования знаний по математическим - механическим дисциплинам, читаемых по направлению Механика и математическое моделирование.
- 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина входит в обязательную часть блока Б.1 учебного плана. Для успешного освоения дисциплины необходимы

знания в области технологий программирования и работы на ЭВМ, знания по дисциплинам: теоретическая механика, численные методы, теория вероятностей, алгебра и другие. После освоения дисциплины студенты должны знать: Принципы работы устройств, оснащенных микроконтроллером. Понятия современной области науки и техники – мехатроники. Принципы применения математико–механического аппарата для решения задач управления мехатронными и робототехническими системами.

Уметь: реализовывать алгоритмы решения несложных задач управления устройствами с МК серии STM32.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	ОПК-1.2	Применяет системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	Знать: Основные алгоритмы и математические методы формализации типовых элементов актуальных задач в области мехатроники. Уметь: Реализовывать выстраивать алгоритмы решения несложных задач работы с типовыми интерфейсами микроконтроллеров. Владеть: Методами и алгоритмами формализации задач ориентирования твердого тела в пространстве с помощью набора данных с инерциальных датчиков.
ОПК-3	Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности	ОПК-3.2	Использует методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование для получения необходимых данных.	Знать: Основные положения и концепции системного и прикладного программирования и технологии создания программных комплексов и продуктов для современных микроконтроллеров. Уметь: реализовывать алгоритмы решения несложных задач работы с типовыми интерфейсами микроконтроллеров с помощью физического моделирования и современного экспериментального оборудования. Владеть: Основными навыками физического моделирования и принципов применения современного экспериментального оборудования для получения необходимых данных о мехатронных и робототехнических системах

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) Экзамен.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		№ 6 сем.
Аудиторные занятия	64	64
в том числе:		
лекции	32	32
практические	-	-
лабораторные	32	32
Самостоятельная работа	44	44
Форма промежуточной аттестации – экзамен	36	36
Итого:	144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Функциональное описание мехатронных и робототехнических систем.	Функциональное описание мехатронных и робототехнических систем. Классификации систем управления мехатронными и робототехническими системами. Классификация по иерархическому признаку построения: исполнительные системы управления, системы управления тактического и стратегического уровней. Функциональная схема мехатронной системы, ее основные элементы. Системы программного, адаптивного и интеллектуального управления. Интеллектуальные мехатронные модули. Планирование траекторий движения мехатронных и робототехнических систем. Получение участков программных траекторий между опорными точками. Математические модели манипулятора. Прямая задача кинематики, ее использование для целей управления. Обратная задача кинематики. Ее решение методом последовательных преобразований.	Мехатроника / А.Ю. Яковлев. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru .
1.2	Обзор электронных систем, применяемых для управления мехатронных и робототехнических систем. Общие сведения о цифровой и микропроцессорной технике. Роль полупроводниковых	Основные характеристики МП: технология изготовления, напряжение питания, объем адресуемой памяти, разрядность шины данных, тактовая частота, количество и разрядность регистров. Режимы работы ЭВМ: основной, прерывания, прямой доступ к памяти, ожидание. Понятие цифрового сигнала, применение таких сигналов для передачи информации и управления в современных устройствах. Работа с портами ввода-вывода 32-бит микроконтроллеров. Простые примеры. Понятие аналогового сигнала,	Мехатроника / А.Ю. Яковлев. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru .

	(ПП) материалов в создании элементной базы современных ЭВМ.	применение таких сигналов в современных устройствах. Понятие о ШИМ сигнале. Применение таймеров микроконтроллеров для создания ШИМ сигнала. Простые примеры. Общие сведения о цифровой и микропроцессорной технике. Роль полупроводниковых (ПП) материалов в создании элементной базы современных ЭВМ. Полупроводниковые приборы: диоды, транзисторы, фото- и светодиоды. Реализация элементарных логических функций. Основные характеристики логических элементов "И", "ИЛИ", "И-НЕ", "ИЛИ-НЕ". Транзисторный ключ.	odle.ru.
1.3	Обзор основных возможностей электронных систем, применяемых для управления мехатронными и робототехническими систем. Основные виды современных цифровых интерфейсов. Работа с таймерами и аппаратными прерываниями микроконтроллеров (8-ми и 32-бита).	Знакомство с работой интерфейсов UART, SPI, TWI. Пример: управления светодиодной матрицей, используя интерфейс SPI. Передача текстовых сообщений между устройствами с помощью интерфейса UART. Использование библиотеки Serial. Получение непосредственных данных с модуля MPU6050. Знакомство с принципиальной схемой таймера микроконтроллера. Регистры управления. 8 и 16 битные таймеры. Пример: управление светодиодом, сервоприводом. Понятие прерывания, их виды и принципы использования. Настройка прерываний контроллеров AVR серии. Пример: считывание данных с приемника системы радиоуправления.	Мехатроника / А.Ю. Яковлев. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru .
1.4	Знакомство с алгоритмами получения данных, применяемых для навигации и ориентации мехатронных и робототехнических систем. Инерциальные датчики угловых скоростей и линейных ускорений. Магнитометр. Барометрический датчик. ГЛОНАСС/GPS приемники.	Принципы работы, типы и применение инерциальных датчиков. Определение угловой скорости объекта по данным с гироскопа модуля MPU6050. Определение углов Крылова по данным с модуля MPU6050. Фильтрация и объединение данных с датчиков. Определение высоты над уровнем моря по данным с барометрического датчика с применением микроконтроллеров STM32. Навигация мехатронных и робототехнических систем на поверхности Земли с помощью системы ГЛОНАСС/GPS. Инерциальная навигация.	Мехатроника / А.Ю. Яковлев. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru .
1.5	Примеры мехатронных и робототехнических комплексов. Робототехнический комплекс РОИН. Балансирующий робот. Многомоторная летающая платформа.	Система управления робототехническим комплексом РОИН и ее элементы. Управление отдельным элементом среды комплекса. Выбор алгоритма реализации ПИД регулятора. Расчет коэффициентов ПИД регулятора по виду кривой разгона. Математическая модель балансирующего робота (обратного маятника). Понятие о ПИД регуляторе. Изучение и работа по развитию программного обеспечения стабилизации для балансирующего робота. Многомоторные БПЛА их принципы построения и полета. Типы многомоторных летающих платформ. Контроллеры полета. Знакомство с разработанной на факультете ПММ ВГУ, системы управления многомоторными БПЛА.	Мехатроника / А.Ю. Яковлев. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru .
1.6	Применение регрессии на основе гауссовских процессов для построения «интеллектуальных» систем управления мехатронными и	Байесовский вывод в моделях прогноза динамики механических систем. Изучение алгоритма PILCO.	Мехатроника / А.Ю. Яковлев. — Образовательный портал «Электронный

	робототехническими комплексами.		й университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru .
2. Лабораторные занятия			
1.7	Примеры мехатронных и робототехнических комплексов. Робототехнический комплекс РОИН.	Проведение лабораторных работ с робототехническим комплексом РОИН.	Мехатроника / А.Ю. Яковлев. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru .

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Функциональное описание мехатронных и робототехнических систем.	5	-	-	6	11
2	Обзор электронных систем, применяемых для управления мехатронных и робототехнических систем. Общие сведения о цифровой микропроцессорной технике. Роль полупроводниковых (ПП) материалов в создании элементной базы современных ЭВМ.	5	-	-	6	11
3	Обзор основных возможностей электронных систем, применяемых для управления мехатронных и робототехнических систем. Основные виды современных цифровых интерфейсов. Работа с таймерами и аппаратными	5	-	-	6	11

	прерываниями микроконтроллеров (8-ми и 32-бита).					
4	Знакомство с алгоритмами получения данных, применяемых для навигации и ориентации мехатронных и робототехнических систем. Инерциальные датчики угловых скоростей и линейных ускорений. Магнитометр. Барометрический датчик. ГЛОНАСС/GPS приемники.	5	-	-	6	11
5	Примеры мехатронных и робототехнических комплексов. Робототехнический комплекс РОИН. Балансирующий робот. Многомоторная летающая платформа.	7	-	-	8	15
6	Применение регрессии на основе гауссовских процессов для построения «интеллектуальных» систем управления мехатронными и робототехническими комплексами.	5	-	-	6	11
7	Примеры мехатронных и робототехнических комплексов. Робототехнический комплекс РОИН.	-	-	32	6	38
Итого:		32	0	32	44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для обучающихся рекомендуется самостоятельная работа с наборами микроконтроллеров (AVR, STM32), экспериментирование с различными периферийными устройствами, портами, таймерами и устройствами. При выполнении этих работ помощь окажет работа с конспектами лекций, презентациями, методическими указаниями, примерами программ. Основные материалы расположены на сайте edu.vsu.ru.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения следует выполнять все указания преподавателя по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Магда, Ю.С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 168 с. — Режим доступа: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=4821 — Загл. с экрана.
2.	Электронно-библиотечная система «Издательства Лань». https://lanbook.lib.vsu.ru/

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Белов, А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Наука и Техника, 2008. — 530 с. — Режим доступа: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=35894 — Загл. с экрана.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
4.	Электронная библиотека ВГУ www.lib.vsu.ru
5.	«Университетская библиотека online» https://biblioclub.lib.vsu.ru/
6.	ЭБС «Лань» https://lanbook.lib.vsu.ru/
7.	ЭБС «Консультант студента» МедФарм https://studmedlib.lib.vsu.ru/
8.	ЭБ «Mylibrary» https://mylibrary.lib.vsu.ru/Home.aspx
9.	Образовательная платформа ВГУ www.edu.vsu.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Решение кинематической задачи ориентации твердого тела в пространстве для построения системы инерциальной навигации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студ. 3-4-х к. очной формы обучения по направлениям: "Механика и математическое моделирование" и "Прикладная математика и информатика" : [для студ. фак. ПММ дневной и вечерней формы обучения направлений подгот. 01.03.03 - Механика и мат. моделирование, 01.04.03 - Механика и мат. моделирование, 01.03.02 - Прикладная математика и информатика]. Ч. 1 / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: А.А. Красная, Ю.Д. Щеглова, А.Ю. Яковлев .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж, 2017 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-29.pdf >.
2	Обзор принципов построения бесплатформенной инерциальной навигационной системы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. фак. ПММ днев. и вечер. форм обучения, для направлений 01.03.03 - Механика и мат. моделирование; 01.04.03 - Механика и мат. моделирование, 01.03.02 - Прикладная математика и информатика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост. : И.С.Дегтярев, А.Ю. Яковлев .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Воронежский государственный университет, 2015 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-255.pdf >.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Студенты, изучающие дисциплину, имеют доступ к соответствующему электронному курсу на платформе edu.vsu.ru. На данном ресурсе сосредоточены все материалы и презентации необходимые для работы, в том числе в дистанционной форме.

В дистанционной форме могут проводиться и лекционные занятия и практические, а также текущая и промежуточная аттестация.

Информационные технологии для реализации учебной дисциплины:

- технологии синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателя посредством служб (сервисов) по пересылке и получению электронных сообщений, в том числе, по сети Интернет;
- сервис электронной почты для оперативной связи преподавателя и студентов.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория: специализированная мебель, Компьютеры, Мультимедиа-проектор, Доска магнитно-маркерная на стенде 2-сторонняя, Мультимедийная акустическая система, Универсально-подъемное транспортное оборудование;

IntelliJ IDEA Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Paskal ABC NET (свободное и/или бесплатное ПО), Jet Brains PyCharm Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Anaconda (свободное и/или бесплатное ПО), Maxima (свободное и/или бесплатное ПО), Scilab (свободное и/или бесплатное ПО), LibreOffice (свободное и/или бесплатное ПО), NetBeans IDE (свободное и/или бесплатное ПО), Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО), Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО)

г. Воронеж, ул. Университетская площадь, д.1, главный учебный корпус, ауд.15

Учебная аудитория: специализированная мебель, Компьютеры, Мультимедиа-проектор, Мультимедийная акустическая система;

Демонстрационные радиотехнические наборы, например на основе Arduino, STM32F4 или STM32F7, 3D принтеры, IntelliJ IDEA Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Paskal ABC NET (свободное и/или бесплатное ПО), Jet Brains PyCharm Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Anaconda (свободное и/или бесплатное ПО), Maxima (свободное и/или бесплатное ПО), Scilab (свободное и/или бесплатное ПО), LibreOffice (свободное и/или бесплатное ПО), NetBeans IDE (свободное и/или бесплатное ПО), Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО), Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Notepad ++ (свободное и/или бесплатное ПО), Free Pascal (свободное и/или бесплатное ПО), Anylogic (свободное и/или

г. Воронеж, ул. Университетская площадь, д.1, главный учебный корпус, ауд.20

бесплатное ПО), WireShark (свободное и/или бесплатное ПО), Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО), Matlab (сублиц. контракт 3010-07/01-19 от 09.01.19. Лицензия до 31.01.2022)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Функциональное описание мехатронных и робототехнических систем.	ОПК – 1	ОПК – 1.2	КИМ1
2.	Обзор электронных систем, применяемых для управления мехатронных и робототехнических систем. Общие сведения о цифровой и микропроцессорной технике. Роль полупроводниковых (ПП) материалов в создании элементной базы современных ЭВМ.	ОПК – 1	ОПК – 1.2	КИМ1
3	Обзор основных возможностей электронных систем, применяемых для управления мехатронных и робототехнических систем. Основные виды современных цифровых интерфейсов. Работа с таймерами и аппаратными прерываниями микроконтроллеров (8-ми и 32-бита).	ОПК – 1	ОПК – 1.2	КИМ1
4	Знакомство с алгоритмами получения данных,			КИМ1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	применяемых для навигации и ориентации мехатронных и робототехнических систем. Инерциальные датчики угловых скоростей и линейных ускорений. Магнитометр. Барометрический датчик. ГЛОНАСС/GPS приемники.	ОПК – 1	ОПК – 1.2	
5	Примеры мехатронных и робототехнических комплексов. Робототехнический комплекс РОИН. Балансирующий робот. Многомоторная летающая платформа.	ОПК – 1, ОПК – 3	ОПК – 1.2, ОПК – 3.2	КИМ1
6	Применение регрессии на основе гауссовских процессов для построения «интеллектуальных» систем управления мехатронными и робототехническими комплексами.			КИМ1
7	Примеры мехатронных и робототехнических комплексов. Робототехнический комплекс РОИН.	ОПК-3	ОПК-3.2	КИМ1
Промежуточная аттестация форма контроля – Экзамен				КИМ2

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольная работа (КИМ1).

1. История и этапы развития мехатроники и робототехнических систем.
2. Мехатроника и робототехника как новая отрасль науки и техники.
3. Примеры мехатронных и робототехнических систем.
4. Область применения мехатронных и робототехнических систем.

5. Мехатронные и робототехнические системы и их назначение.
6. Непрерывные системы и системы дискретных величин в задачах мехатроники и робототехники.
7. Математические модели гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем.
8. Математическая модель электродвигателя постоянного тока, как типового привода мехатронных и робототехнических систем.
9. Привод. Состав управляющей системы мехатронных и робототехнических систем.
10. Математическое описание типовых алгоритмов управления мехатронных и робототехнических систем.
11. Реализация системы управления мехатронным устройством с помощью линейных ПИД регуляторов.

Описание технологии проведения

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме письменных работ с их отправкой на сайт edu.vsu.ru.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен применять системный подход и математические методы в формализации решения задач мехатроники.	Отлично
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен в целом описать системный подход и математические методы в формализации решения задач мехатроники.	Хорошо
Обучающийся показывает отрывочные знания о теоретических основах дисциплины, но может пояснить смысл основных подходов и математических методов в формализации решения задач мехатроники.	Удовлетворительн о
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при описании подходов и математических методов в формализации решения задач мехатроники.	Не зачтено

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольная работа (КИМ2).

1. Система управления балансирующим роботом. Получение данных с инерциальных датчиков. Описать, продемонстрировать.
2. Система управления балансирующим роботом. Расчет коэффициентов ПИД регуляторов. Описать, продемонстрировать.
3. Система управления балансирующим роботом. Низкоуровневое управление приводами колес. Описать, продемонстрировать.
4. Система управления балансирующим роботом. Получение данных от системы радиоуправления и телеметрии. Описать, продемонстрировать.
5. Система управления многомоторным БПЛА. Получение данных с инерциальных датчиков. Описать, продемонстрировать.

6. Система управления многомоторным БПЛА. Расчет коэффициентов ПИД регуляторов. Описать, продемонстрировать.
7. Система управления многомоторным БПЛА. Низкоуровневое управление приводами колес. Описать, продемонстрировать.
8. Система управления многомоторным БПЛА. Получение данных от системы радиоуправления и телеметрии. Описать, продемонстрировать.
9. Система управления многомоторным БПЛА. Применение цифровых фильтров в системе. Описать, продемонстрировать.
10. Прямая задача кинематики для плоского многозвенного манипулятора. Произвести расчет для заданного манипулятора.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Формат проведения – экзамен, в том числе на сайте edu.vsu.ru.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование для получения необходимых данных при работе с мехатронными и робототехническими системами.	Отлично
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен в целом описать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование для получения необходимых данных при работе с мехатронными и робототехническими системами.	Хорошо
Обучающийся показывает отрывочные знания о теоретических основах дисциплины, но может пояснить смысл методов физического моделирования и принципы функционирования современного экспериментального оборудования для получения необходимых данных при работе с мехатронными и робототехническими системами	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при описании методов физического моделирования и принципов функционирования современного экспериментального оборудования для получения необходимых данных при работе с мехатронными и робототехническими системами	Не зачтено