



Министерство науки
и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
Институт дистанционного
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шиндина Т.А.
	Идентификатор	Rd0ad64b2-5hindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации

Наименование программы	Цифровой контур управления движением активного экзоскелета человека для промышленного и медицинского применения
Форма обучения	очная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Кафедра "Робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин", Центр подготовки и переподготовки "Механика, энергетика и машиностроение"

Зам. директора ИДДО
(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

(подпись)

Н.В.
Усманова
(расшифровка
подписи)

Начальник ОДПО
(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

(подпись)

А.Г. Крохин
(расшифровка
подписи)

Начальник ФДО
(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Малич Н.В.
	Идентификатор	R13696f6e-MalichNV-45fe3095

(подпись)

Н.В. Малич
(расшифровка
подписи)

Руководитель каф.
РМДиПМ, ЦПП МЭМ
(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4


(подпись)

В.Э. Цой
(расшифровка
подписи)

Москва

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a8830

(подпись)

И.В.
Меркурьев

(расшифровка
подписи)

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель изучение методов формирования и исследования математических моделей активного экзоскелета человека, применяемых при проектировании и компьютерном моделировании движения активного экзоскелета..

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным приказом Минобрнауки от 14.08.2020 г. № 102328.08.2020 г. № 59548.

Форма реализации: обучение с использованием исключительно электронного обучения.

Форма обучения очная.

Режим занятий:

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы лица, желающие освоить дополнительную образовательную программу, должны иметь высшее образование или получать высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца, или академической справкой о прохождении обучения.

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Срок действия итоговых документов

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): 3.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

Компетенция	Требования к результатам
ОПК-4: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов	Знать: - основные методы анализа и синтеза походок шагающих аппаратов; - основные методы теоретической механики, используемые при исследовании движения шагающих аппаратов.
	Уметь: - моделировать движение конкретных шагающих аппаратов; - проводить анализ и синтез походок шагающих аппаратов.
	Владеть: - программным обеспечением, необходимым для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах.

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

_____.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
------------------	--------------------------

2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Не предусмотрено

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ))

3.1. Трудоемкость программы

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- **0,4** зачетных единиц;

16 ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

№	Наименование дисциплин (модулей)	всего	Контактная работа, ак. ч					Самостоятельная работа, ак. ч	Стажировка, ак. ч	Форма аттестации			
			всего	аудиторные занятия	электронное обучение	обучение с ДОТ	контроль			текущий контроль (тест, опрос и пр.)	промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке)	итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	
1	Цифровой контур управления движением активного экзоскелета человека для промышленного и медицинского применения	15	15		15						Нет		
1.1.	Постановка задач проектирования активного экзоскелета	8	8		8								
1.2.	Постановка задач создания цифрового контура управления движением активного экзоскелета человека	7	7		7								
2	Итоговая аттестация	1	1				1					Итоговый зачет	
	ИТОГО:	16	16	0	15	0	1	0	0				

3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Цифровой контур управления движением активного экзоскелета человека для промышленного и медицинского применения	

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.1.	Постановка задач проектирования активного экзоскелета	<p>Модуль 1. Преодоление гравитации, защита и движение</p> <p>1. Притяжение Земли и сопротивление живых существ.</p> <p>2. Защитные доспехи, средства механизации, корсеты, ортезы и экзоскелеты.</p> <p>Модуль 2. Человек, экзоскелет, робот</p> <p>1. Зачем «подсматривать» у природы или общие принципы управления движением живых и не живых объектов.</p> <p>2. Представление о системе управления движением у человека.</p> <p>Модуль 3. Робот и общество</p> <p>1. Предыстория. Сказки и фантазии, идеи и варианты реализации.</p> <p>2. Этические аспекты, «человеческое применение человеческих существ».</p> <p>Модуль 4. Промышленные роботы или экзоскелеты?</p> <p>1. Общие понятия. Из чего состоят роботы? Разные классификации. Место и отличительные особенности промышленных роботов и экзоскелетов.</p> <p>2. Сенсорное обеспечение функции. Основные понятия и вводная часть.</p> <p>3. Манипуляционные системы и рабочие органы, способы управления.</p> <p>Модуль 5. Экзоскелеты в медицине</p> <p>1. Функции скелета человека и смысл экзоскелета.</p> <p>2. Экзоскелеты и медицинская реабилитация.</p> <p>3. Экзоскелеты, медицина и социальная реабилитация.</p> <p>Модуль 6. Стандартизация экзоскелетов</p> <p>1. О стандартизации.</p> <p>2. Пассивные и активные экзоскелеты.</p> <p>3. Работа ТК-320 ПК-11</p> <p>Модуль 7. Человек и ощущение робототехнических устройств</p> <p>1. Зрение и робототехнические эквиваленты.</p> <p>2. Вестибулярная функция и робототехнические эквиваленты.</p> <p>3. Проприоцепция, тактильная чувствительность и робототехнические эквиваленты.</p> <p>Модуль 8. Приводы и мышцы</p> <p>1. Общие понятия и сравнения. Характеристики распространенных приводов и их классификация.</p> <p>2. Пневматические, гидравлические и электрические приводы.</p> <p>3. Искусственные мышцы, микроприводы и наноприводы.</p>
1.2.	Постановка задач создания цифрового контура управления движением активного экзоскелета человека	<p>Модуль 9. Кинематика</p> <p>1. Механическое движение. Системы координат. Траектории движения характерных точек тела в подвижной и неподвижной системе координат.</p> <p>2. Математическое описание кинематических схем передвижения роботов. Сложное движение точки и тела.</p> <p>3. Измерительные датчики и сенсоры движения робота. Система ориентации и навигации робота</p> <p>10. Динамика</p> <p>1. Основные понятия и аксиомы динамики. Инерциальные системы отсчета.</p> <p>2.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Виды сил. Главный вектор и главный момент системы сил. Основные теоремы и законы динамики 3. Уравнения движения в неинерциальной системе координат. Модуль 11. Математические характеристики. Передвижение и человек-оператор 1. Описание систем передвижения. 1 часть. 2. Описание систем передвижения. 2 часть. Тема 3. Человек-оператор в математическом описании и компьютерное моделирование. Модуль 12. Общие вопросы систем управления 1. Классификация систем управления. 2. Оптимизация и интеллектуальное управление. 3. Стратегическое поведение. Модуль 13. Программное управление. Дискретное и непрерывное управление 1. Дискретное цикловое и позиционное программное управление. 2. Непрерывное программное управление. 1 часть. 3. Непрерывное программное управление. 2 часть. Модуль 14. Оптимальное и адаптивное управление. 1. Оптимальное по энергозатратам управление. 2. Адаптивное управление. 3. Элементы искусственного интеллекта. Модуль 15. Вопросы конструирования и применения активных экзоскелетов 1. Вопросы конструирования активных экзоскелетов и внедрения разработок. 2. Применение активных экзоскелетов и перспективы.</p>

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложении В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика образовательной технологии

Наименование	Краткая характеристика
Видеофильм	видеолекция длительностью до 15 минут и самопроверка в виде ответов на вопросы

5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

5.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *-итоговый зачет*. Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

5.4. Независимый контроль качества обучения

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) литература НТБ МЭИ:

1. Гориневский, Д. М. Управление манипуляционными системами на основе информации об усилиях / Д. М. Гориневский, А. М. Формальский, А. Ю. Шнейдер ; Ред. В. С. Гурфинкель . – М. : Физматлит, 1994 . – 368 с. – (Научные основы робототехники) . - ISBN 5-02-014589-0 : 400.00 .

2. Губаренко, С. И. Учебное пособие по курсу "Теоретическая механика" : Механика инерциальных навигационных систем / С. И. Губаренко ; Ред. Ю. Г. Мартыненко ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1992 . – 80 с.

3. Динамика и управление движением шагающих машин с цикловыми движителями / Е. С. Брискин, и др. ; Ред. Е. С. Брискин . – М. : Машиностроение, 2009 . – 192 с. - ISBN 978-5-94275-486-0 .

4. Лапшин, В. В. Механика и управление движением шагающих машин / В. В. Лапшин . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012 . – 199 с. - ISBN 978-5-7038-3586-9 .

5. Мартыненко, Ю. Г. Учебное пособие по курсу "Теоретическая механика": Аналитическая динамика электромеханических систем / Ю. Г. Мартыненко, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М . – 1984 . – 64 с.

6. Формальский, А. М. Управление движением неустойчивых объектов / А. М. Формальский . – М. : Физматлит, 2012 . – 232 с. - ISBN 978-5-9221-1460-8 .

б) литература ЭБС и БД:

1. Сперанский Д. В., Скобцов Ю. А., Скобцов В. Ю.- "Моделирование, тестирование и диагностика цифровых устройств", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (534 с.)
<https://e.lanbook.com/book/100660>;

2. Меркурьев И. В., Подалков В. В.- "Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов", Издательство: "Физматлит", Москва, 2009 - (228 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59537.

в) используемые ЭБС:

6.2. Кадровое обеспечение

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложение Е.

6.3. Финансовое обеспечение

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложение Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

6.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении З.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
-------	-------------------------------------	----------------------------

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a8830

(подпись)

И.В.
Меркурьев

(расшифровка
подписи)