

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Проректор по учебной работе**

**А.А. Воронов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Основы мехатроники. Роботы, дроны и манипуляторы
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Современная механика и робототехника кафедра теоретической механики кафедра теоретической механики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: С.В. Соколов, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

Программа обсуждена на заседании кафедры теоретической механики 09.04.2020

## Аннотация

Курс ориентирован на выпускников бакалавриата физико-математических вузов, владеющих математическим анализом, аналитической геометрией и теоретической механикой. В рамках курса обучающиеся познакомятся с элементами, из которых строятся современные роботы: привод, механика, микроконтроллеры, компьютеры, чипы-ускорители, связь, корпусные детали, источники энергии.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Рассмотрение спектра современных робототехнических решений. Мобильные роботы, беспилотные летательные аппараты, манипуляторы, станки с ЧПУ, 3D-принтеры.

#### Задачи дисциплины

Рассмотреть элементы, из которых строятся современные роботы: привод, механика, микроконтроллеры, компьютеры, чипы-ускорители, связь, корпусные детали, источники энергии.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

основы мехатроники.

уметь:

работать с роботами, дронами и манипуляторами.

владеть:

навыками программирования и конструирования робототехнических систем.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Конструкционные материалы и технология	3	3		5
2	Механика	3	3		5
3	Привод	4	4		5
4	Источники энергии	4	4		3
5	Средства индикации	4	4		3
6	«Мозги»	4	4		3
7	Датчики	4	4		3
8	Обзор существующих проблем	4	4		3
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

###### 1. Конструкционные материалы и технология

Стали, цветные металлы, стеклопластики, термопласты и реактопласты, смарт-материалы, метаматериалы, покрытия, регулярный микрорельеф.

Обработка резанием (точение, фрезеровка) лазерная резка, гидроабразив, электроискровая обработка, вакуум-формовка, литьё в силикон.

Виды 3D печати

Сварка, склейка, пайка, резьбовые соединения, посадки с натягом.

###### 2. Механика

Зубчатые передачи, редукторы. Передачи (разновидности и применение).

###### 3. Привод

Типы и применение электродвигателей (синхронные, асинхронные, шаговые, коллекторные постоянного тока, вентильные, линейные). Виды обратной связи.

Сервоприводы, актуаторы, гидравлика, пневматика, MEMS.

###### 4. Источники энергии

Виды аккумуляторов. РИТЭГ, атомные батарейки, ионисторы. Бегзогенераторы, ДВС, Топливные элементы (водород-воздушные, метан, микробные). Дармовые источники энергии (волновые, фотовольтаика, ветер, термальная энергия).

#### 5. Средства индикации

Дисплеи TFT, OLED, E-ink, LCD, светодиоды и матрицы из них. Звук, вибромоторы, гаптические устройства.

#### 6. «Мозги»

Микроконтроллеры и примеры их применения. Портативные компьютеры и визуальные процессоры. Облачные вычисления.

#### 7. Датчики

Гироскопы, термисторы, акселерометры, фотодатчики, тензодатчики, концевые выключатели, датчики Холла, герконы, потенциометры, лидары, УЗ-датчики энкодеры, сельсины, индуктосины, кнопки, сенсорные панели.

#### 8. Обзор существующих проблем

Потребности бизнеса и народного хозяйства, которые могут быть решены учащимися.

### **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, интерактивная доска).

### **6. Перечень рекомендуемой литературы**

#### Основная литература

1. Системы управления манипуляционных роботов [Текст]/В. С. Медведев, А. Г. Лесков, А. С. Ющенко, -М., Наука, 1978
2. Робототехника [Текст]/Ю. Д. Андрианов [и др.], -М., Машиностроение, 1984

#### Дополнительная литература

1. Теоретическая механика [Текст] : учеб. пособие для ун-ов / А. П. Маркеев .— М. : Наука, 1990 .— 415 с.

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».

<http://benran.ru> – библиотека по естественным наукам Российской академии наук

[https://mipt.ru/education/chair/theoretical\\_mechanics/](https://mipt.ru/education/chair/theoretical_mechanics/) - сайт кафедры теоретической механики МФТИ

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций, а также программные пакеты Wolfram Mathematica и Matlab.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях,
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Современная механика и робототехника кафедра теоретической механики кафедра теоретической механики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** С.В. Соколов, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы мехатроники. Роботы, дроны и манипуляторы» обучающийся должен:

### знать:

основы мехатроники.

### уметь:

работать с роботами, дронами и манипуляторами.

### владеть:

навыками программирования и конструирования робототехнических систем.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

### 1. Системы стабилизации с обратной связью:

Робот едущий вдоль линии

Слежение за источником света

Удерживание равновесия

Поддержание температуры

### 2. Системы питания:

Устройство для контроля зарядки/разрядки Li-Ion аккумуляторов

Перевод устройства (например, часов) на дармовые источники энергии

Пример курсовых работ:

1. Спроектировать систему стабилизации робота с обратной связью, едущего вдоль линии
2. Спроектировать систему стабилизации робота с обратной связью, едущего по окружности
3. Спроектировать системы стабилизации, поддерживающего температуру
4. Разработать систему питания устройства контроля заряда

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Алгоритм создание редуктора целиком на 3D печатных деталях
2. Алгоритм создание оптического энкодера
3. Алгоритм моздания 2х/3х осевого подвеса
4. Алгоритм создания вращающегося экрана
5. Создание игры "Жизнь" на экране
6. Разработка и примерение лазерного проектора

Пример билета:

1. Алгоритм создание редуктора целиком на 3D печатных деталях
2. Описание игры "Жизнь"

#### **Критерии оценивания**

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.



Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Подготовка к дифференцированному зачету самостоятельная: перечислены задачи, решение которых каждый студент излагает полностью.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.