

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 27.04.04 Управление в технических системах**

**Наименование образовательной программы: Управление и информатика в технических системах**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Мехатронные системы**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Шилин Д.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | R495daf18-ShilinDV-59db3f0e |

(подпись)

Д.В. Шилин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Бобряков А.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa |

(подпись)

А.В.

Бобряков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Бобряков А.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa |

(подпись)

А.В.

Бобряков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен проектировать программно-аппаратные комплексы для систем автоматизации и управления

ИД-1 Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах

ИД-2 Может разрабатывать программно-аппаратные комплексы для автоматизации управления техническими объектами и систем принятия решений

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Устная форма

1. Задачи ПЗК и ОЗК в мехатронных системах (Коллоквиум)
2. Основные понятия и определения мехатронных и роботизированных систем (Коллоквиум)
3. Промышленные роботы (Коллоквиум)
4. Системы управления мехатронных и робототехнических устройств (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                                     | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                       | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                       | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |
| Основные понятия и определения мехатронных и роботизированных систем. |                                 |      |      |      |      |
| Введение.                                                             | +                               |      |      |      |      |
| Определения и терминология мехатроники.                               | +                               |      |      |      |      |
| Принципы мехатроники. Методы построения мехатронных устройств.        | +                               |      |      |      |      |
| Промышленные роботы.                                                  |                                 |      |      |      |      |
| Промышленные роботы, основные понятия, классификация ПР.              |                                 |      | +    |      |      |
| Принципы построения промышленных роботов, их характеристики.          |                                 |      | +    |      |      |

|                                                                                     |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Задачи ПЗК и ОЗК в мехатронных системах.                                            |    |    |    |    |
| Кинематика манипуляторов                                                            |    |    | +  |    |
| Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов.                                  |    |    | +  |    |
| Расчёт характеристик манипуляторов промышленных роботов.                            |    |    | +  |    |
| Системы управления мехатронных и робототехнических устройств.                       |    |    |    |    |
| Приводы мехатронных устройств, промышленных роботов и вспомогательного оборудования |    |    |    | +  |
| Принципы и системы управления мехатронных и робототехнических устройств.            |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                             | 25 | 25 | 25 | 25 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                                                                                                                            | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                        | Контрольная точка                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах | Знать:<br>Отечественный и зарубежный опыт по данной тематике.<br>Языки программирования МЭК.<br>Уметь:<br>Использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации мехатронных систем. | Основные понятия и определения мехатронных и роботизированных систем (Коллоквиум)<br>Промышленные роботы (Коллоквиум)<br>Системы управления мехатронных и робототехнических устройств (Коллоквиум) |
| ПК-1               | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Может разрабатывать программно-аппаратные комплексы для автоматизации управления техническими объектами и систем принятия решений                                                                                                               | Знать:<br>Принцип действия современной электропневмоавтоматики, знать особенности их конструкции и характеристики.<br>Технические решения при создании автоматических систем.<br>Уметь:                                                  | Задачи ПЗК и ОЗК в мехатронных системах (Коллоквиум)<br>Системы управления мехатронных и робототехнических устройств (Коллоквиум)                                                                  |

|  |  |                                                                                                       |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | Пользоваться<br>отладочными методиками<br>идентификации ошибок и<br>оптимизации<br>программного кода. |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Основные понятия и определения мехатронных и роботизированных систем**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Продолжительность 30 минут.

**Краткое содержание задания:**

Предоставить ответ на вопрос.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                            |                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Отечественный и зарубежный опыт по данной тематике. | 1.Преимущества мехатронных устройств и систем?<br>2.Триединая сущность мехатронных систем?<br>3.Поколения мехатронных модулей. |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 25*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

### **КМ-2. Промышленные роботы**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Продолжительность 30 минут.

**Краткое содержание задания:**

Предоставить ответ на вопрос.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                    |                                                       |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Знать: Языки программирования МЭК. | 1.Принципы построения ПР<br>2.Функциональная схема ПР |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 25*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

**КМ-3. Задачи ПЗК и ОЗК в мехатронных системах**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Продолжительность 30 минут.

**Краткое содержание задания:**

Предоставить ответ на вопрос.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                 |                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Знать: Принцип действия современной электропневмоавтоматики, знать особенности их конструкции и характеристики. | 1.Каков геометрический смысл матриц поворота? |
| Знать: Технические решения при создании автоматических систем.                                                  | 1.Что такое ОЗК и ПЗК?                        |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*



*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 25*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

#### **КМ-4. Системы управления мехатронных и робототехнических устройств**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Продолжительность 30 минут.

**Краткое содержание задания:**

Предоставить ответ на вопрос.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                       |                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: Использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации мехатронных систем. | 1. Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике. |
| Уметь: Пользоваться отладочными методиками идентификации ошибок и оптимизации программного кода.                                      | 1. Иерархия управления в мехатронных системах.                            |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не

затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 25*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Билет № 1

1. Определение мехатроники, как новой области науки и техники. Триада сущности мехатронных систем. Комментарии к определению мехатроники.
2. Поколения роботов. Структуры роботов различных поколений. Классификация промышленных роботов.
3. Задача

### Процедура проведения

Продолжительность: не более 60 минут.

#### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах

#### Вопросы, задания

1. Структура автоматической машины, созданной на основе традиционного и мехатронного подходов в их проектировании.
2. Манипуляторы, как составная часть робота. Виды манипуляторов.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Предпосылки развития мехатроники и робототехники систем.

Ответы:

На подготовку письменного ответа отводится не более 15 минут.

Верный ответ: Толчком для становления мехатроники стали не общие теоретические идеи (как это было, например, в истории робототехники), а технические достижения инженеров-практиков в различных отраслях. Затем заинтересованные организации в конце 80-х годов стали объединяться в научно-технические сообщества.

Современная робототехника возникла во второй половине XX столетия, когда в ходе развития производства появилась реальная потребность в универсальных манипуляционных машинах-автоматах, и одновременно возникли необходимые для их создания научно-технические предпосылки и, прежде всего, кибернетика и вычислительная техника

2. Мехатроника и робототехника как новая отрасль науки и техники. Примеры мехатронных и робототехнических систем.

Ответы:

На подготовку письменного ответа отводится не более 15 минут.

Верный ответ: Модули технического зрения, обеспечивающие распознавание в реальном времени сложных объектов типа лиц человека, не уступающие способностям живых существ и основанные не на традиционном наборе символьных признаков, а на образной обработке информации о внешней среде, как это делается в

живом мире. Сило-моментные модули для манипуляторов. Сегодня остро необходимы системы силового очувствления, охватывающие как автоматическое, так и автоматизированное управление от оператора и использующие как многокомпонентные датчики, так и наблюдателей силы. Приводные модули типа «искусственные мышцы», не уступающие поперечнополосатым мышцам живых организмов прежде всего по массогабаритным параметрам и основанные, например, на электроактивных полимерах, материалах с эффектом памяти формы и т.п.

### 3. Мехатронные модули и требования к ним.

Ответы:

На подготовку письменного ответа отводится не более 15 минут.

Верный ответ: Мехатронный модуль движения (ММД) – конструктивно и функционально самостоятельное изделие, включающее в себя механическую, электрическую (электротехническую) и информационную части, которое можно использовать индивидуально и в различных комбинациях с другими модулями. Сложность и противоречивость требований, предъявляемых к мехатронным модулям движения, обуславливает целесообразность мехатронного подхода к их проектированию. В частности, следование принципу синергетической интеграции элементов системы приводит к обеспечению желаемого уровня качества модуля за счет конструктивного и функционального взаимопроникновения его компонентов, многие из которых являются специализированными и создаются в ходе параллельного системного проектирования с учетом их последующего эффективного объединения. Если преобладающим является требование обеспечения компактности мехатронного модуля движения, то оно может быть реализовано путем использования бесконтактных электрических машин.

### 4. Модуль «Механизм» и переменные его состояния.

Ответы:

На подготовку письменного ответа отводится не более 15 минут.

Верный ответ: Преобразующий механизм ПМ осуществляет преобразование движения. При его помощи увеличивается или уменьшается скорость вращения (редуктор), изменяется вид движения – вращательное в поступательное (винтовые и зубчато-реечные передачи, барабан с тросом, кривошипно-шатунный механизм и т.п.), он характеризуется коэффициентом передачи, представляющим собой отношение скорости на входе к скорости на выходе, механической инерционностью и упругостью его элементов, зазором и трением. Рабочий орган реализует подведенную энергию в полезную работу. Чаще всего он является потребителем энергии, тогда ее поток направлен от двигателя к рабочему органу. Иногда бывает наоборот: поток энергии направлен от рабочего органа к двигателю, и первый является ее источником. Рабочий орган характеризуется инерционностью, рабочим моментом при вращении или усилием при линейном движении.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Может разрабатывать программно-аппаратные комплексы для автоматизации управления техническими объектами и систем принятия решений

### Вопросы, задания

1. Потенциально возможные точки интеграции функциональных элементов в мехатронные модули.
2. Термины и определения промышленной робототехники.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Электромеханический модуль, электромеханический узел.

Ответы:

На подготовку письменного ответа отводится не более 15 минут.

Верный ответ: Изобретение относится к накоплению информации.

Электромеханический модуль запоминающего устройства сверхвысокой емкости содержит носитель с запоминающей средой, носитель с матрицей зондов с системой управления их перемещением, линейные приводы и блок управления. Особенность модуля состоит в том, что в него введены дополнительные линейные приводы, которые сопряжены посредством соответствующих упругих элементов со вторым носителем, причем параллельные оси их перемещения смещены относительно друг друга. Модуль содержит датчики контроля линейного перемещения, регуляторы положения, устройство перемещения и фиксации, систему контроля перемещения запоминающей среды относительно матрицы зондов и блок активной термокомпенсации рассогласования линейных размеров подложки относительно матрицы зондов.

2. Металлорежущий станок, как пример мехатронной системы.

Ответы:

На подготовку письменного ответа отводится не более 15 минут.

Верный ответ: Наиболее распространены в настоящее время два метода формирования контроллером управляющих сигналов для силового преобразователя: - аналоговые командные сигналы; - модулированные управляющие сигналы. Для формирования аналоговых управляющих сигналов необходим цифро-аналоговый преобразователь, который выдает электрические напряжения (обычно от -10В до +10В постоянного тока). С энергетической точки зрения выгодным считается метод широтно-импульсного управления силовыми ключами преобразователя. При создании интеллектуального мехатронного модуля возможны два базовых варианта аппаратной архитектуры УКУ: - использование компьютера верхнего уровня и контроллера движения как отдельных устройств, соединенных стандартным интерфейсом (в этом случае контроллер является внешним блоком по отношению к компьютеру); - моноблочная структура, когда контроллер аппаратно устанавливается внутрь компьютера ("встраиваемый контроллер").

3. Сенсорные элементы и их применение. (модуль «Сенсор»).

Ответы:

На подготовку письменного ответа отводится не более 15 минут.

Верный ответ: Активный момент – это момент от силы тяжести. В статике – от растянутых, сжатых и скрученных упругих тел. Его знак не меняется при изменении направления движения, а модуль может быть как зависимым (при скручивании и сжатии упругих тел), так и независимым от угла поворота или величины линейного перемещения (действие силы тяжести).

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет

теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 25*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка "не удовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию.