Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электромеханики
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Паспорт экзамена

по дисциплине «Основы мехатроники и робототехники», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 4 вопросов и формируется из списка вопросов полностью случайным образом.

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № _____
к экзамену по дисциплине «Основы мехатроники и робототехники»

1. Какие данные содержит вектор линейной скорости в трехмерном пространстве?
2. Чем грозит нарушение условий выполнения операции при силомоментном управлении?
3. Как работает потенциальное векторное поле?
4. Приведите определение понятия робототехники

Утверждаю: зав. кафедрой ____ _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов.*

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до* 27 *баллов.*

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от* 26 *до* 20 *баллов.*

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее* 20 *баллов.*

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 10 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Основы мехатроники и робототехники»

1. Введение
   - 1.1. Дайте определение, опишите работу гибкой производственной линии
   - 1.2. Дайте определение, опишите работу производственной ячейки
   - 1.3. Приведите примеры применения мехатронных модулей
   - 1.4. На примере автомобиля или станка объясните эволюцию устройства до статуса робота
   - 1.5. Приведите определение понятия мехатронной системы
   - 1.6. Приведите определение понятия робототехники
   - 1.7. Приведите определение понятия манипулятора
   - 1.8. Приведите определение понятия промышленного робота
   - 1.9. Объясните смысл понятия синергия
   - 1.10. В чем задача электромеханика в команде робототехников
2. Описание координат в пространстве
   - 2.1. Как в декартовой системе координат описывается вектор?
   - 2.2. Как описывается система координат в декартовом пространстве?
   - 2.3. Какие виды системы координат вам известны кроме декартовой?
   - 2.4. Как описывается перемещение объекта?
   - 2.5. Как описывается поворот объекта?

2.6. Что представляют из себя столбцы оператора поворота?

2.7. Что такое углы Эйлера?

2.8. В чем проблема "складывания рамок"?

2.9. Что такое кватернион?

2.10. Как работает описание поворота через вектор-угол?

3. Кинематика манипулятора

3.1. Какие виды кинематических пар вам известны?

3.2. Какие возможны кинематические пары со степенями свободы больше 1?

3.3. Зачем используется формула Чебышева?

3.4. Что такое сингулярность механизма?

3.5. Что такое соглашение ДХ? Зачем оно разработано?

3.6. Какие принципы используются при описании пар осей по ДХ?

3.7. Какие правила определяют расположение СК по соглашению ДХ?

3.8. Какие параметры описывают звено по ДХ?

3.9. Как в ДХ учитывается свобода перемещения сустава?

3.10. Что такое URDF?

4. Аналитические решения ОЗК

4.1. Перечислите координатные пространства робота?

4.2. К каким зонам может относится произвольная точка координат возле робота?

4.3. Опишите параллельную и последовательную кинематические схемы?

4.4. Укажите плюсы и минусы параллельной и последовательной кинематические схемы робота?

4.5. Охарактеризуйте способы решение ОКЗ и ПКЗ для последовательной схемы кинематики?

4.6. Охарактеризуйте способы решение ОКЗ и ПКЗ для параллельной схемы кинематики?

4.7. Сформулируйте определение прямой задачи кинематики?

4.8. Сформулируйте определение обратной задачи кинематики?

4.9. Почему ОКЗ для последовательной схемы кинематики имеет множественные решения?

4.10. Что вы знаете про "решение Пипера"?

5. Численные решения ОЗК

5.1. В чем выгода от получения Якобиана?

5.2. Как можно использовать Якобиан?

5.3. Какие стратегии могут быть при расчете ОЗК якобианом?

5.4. Какие сложности могут возникнуть при расчете ОЗК якобианом?

5.5. Что делать если якобиан не квадратный?

5.6. Что такое сингулярность с точки зрения Якобиана?

5.7. Какие формы принимает сингулярность RRR робота?

5.8. Как можно снизить разброс результатов в ранних итерациях расчета ОЗК?

5.9. Как можно решать ОЗК для параллельной кинематики?

5.10. В чем сложность ПЗК для параллельной кинематики?

6. Динамика манипулятора

6.1. Что представляет вектор линейной скорости?

6.2. Что представляет вектор угловой скорости?

6.3. Как определить линейную скорость точки перемещающегося в СК, которое линейно перемещается в другой СК (человек идет по салону летящего самолета)?

6.4. Как определить угловую скорость тела вращающегося во вращающейся СК (человек на карусели типа "чашки")?

6.5. Как определить линейную скорость СК i-го звена робота?

6.6. Как определить угловую скорость i-го звена робота?

6.7. Что такое якобиан пространства?

6.8. Что такое якобиан тела?

6.9. Что такое аналитический якобиан?

6.10. В чем заключается метод Ньютона-Рапсона?

7. Оптимизация пути между точками

7.1. Какую информацию содержит описание пути?

7.2. Для чего вводится параметр масштаба времени?

7.3. Как называются производные положения от времени?

7.4. Как будут отличатся пути спланированные в обобщенных координатах и пространственных координатах?

7.5. Какие сложности возникают при планировании траектории в пространственных координатах?

7.6. Какие сложности возникают при планировании траектории в обобщенных координатах?

7.7. Зачем использовать движение при постоянстве вектора скорости?

7.8. Как выглядит трапецеидальный план движения?

7.9. Как выглядит S-образный план движения?

7.10. Как работает полиномиальная оптимизация траектории?

8. Оптимизация пути по точкам

8.1. С какой целью необходимо выполнять сглаживание траектории?

8.2. Какие данные необходимы для расчета сглаживания точки траектории?

8.3. Какие варианты сглаживания ломаной кривой вы можете предложить?

8.4. Как происходит программирование траекторий промышленных роботов?

8.5. Что такое коллабаративный робот?

8.6. Как работает фазовый план масштаба времени?

8.7. Как построить линию максимально быстрого разгона на фазовом плане?

8.8. Как определить возможные ускорения актуаторов для фазового плана?

8.9. Как отображаются возможные ускорения актуаторов на фазовом плане?

9. Планирование путей

9.1. Дайте определение пространству конфигураций?

9.2. Сколько измерений может быть в пространстве конфигураций? Приведите примеры.

9.3. Перечислите известные алгоритмы поиска пути по графу?

9.4. В чем преимущества и недостатки навигации по сетке по сравнению с навигацией по графу?

9.5. Какие проблемы позволяет решать применение мультиразмерной сетки?

9.6. Что такое ограничения связности?

9.7. Как происходит поиск пути при помощи случайного древа?

9.8. Что такое диаграмма Вороного?

9.9. Как работает потенциальное векторное поле?

9.10. Какой метод поиска пути вы считаете самым лучшим? Ответ обоснуйте?

10. Силы и моменты

10.1. Какие данные содержит вектор силы в трехмерном пространстве?

10.2. Какие данные содержит вектор момента в трехмерном пространстве?

10.3. Какие данные содержит вектор линейной скорости в трехмерном пространстве?

10.4. Какие данные содержит вектор угловой скорости в трехмерном пространстве?

10.5. Как производится сложение сил заданных в разных СК?

10.6. Как производится сложение моментов заданных в разных СК?

10.7. Тело движется в неподвижной СК линейно и со вращением. Чему равны линейное и угловое ускорение точки этого тела?

10.8. Тело движется линейно во вращающейся СК. Чему равны линейное и угловое ускорение точки этого тела?

10.9. Тело вращается во вращающейся СК. Чему равны линейное и угловое ускорение точки этого тела?

10.10. Тело вращается в линейно движущейся СК. Чему равны линейное и угловое ускорение точки этого тела?

11. Усилия в манипуляторе

11.1. Сформулируйте законы Ньютона и Эйлера в векторной форме.

11.2. Расскажите о матрице моментов инерции тела.

11.3. Как определить что момент инерции рассчитан для СК соответствующей центру тяжести тела.

11.4. Как пересчитать момент инерции тела в произвольную СК.

11.5. Приведите формулы для момента инерции сосредоточенной массы.

11.6. Расскажите о методе Ньютона-Эйлера для расчета усилий в манипуляторе.

11.7. Расскажите о методе Эйлера-Лагранжа для расчета усилий в манипуляторе.

11.8. Сравните методы Ньютона-Эйлера и Эйлера-Лагранжа.

11.9. От чего зависит усилие в суставе промышленного робота?

11.10. Какие усилия должны быть в суставах неподвижного манипулятора чтобы компенсировать нажатие на инструмент.

12. Качества манипулятора

12.1. В каких задачах эффективнее использовать портальные манипуляторы?

12.2. В каких задачах эффективнее использовать манипуляторы-руки?

12.3. Чем выделяется конфигурация SCARA?

12.4. Что такое индекс длинны структур и как его использовать?

12.5. Какие меры могут увеличить точность манипулятора?

12.6. Какие меры могут увеличить грузоподъемность манипулятора?

12.7. Как оценить необходимую мощность актуатора?

12.8. Что показывают эллипсоиды силы, скорости и точности?

12.9. Какими мерами можно компенсировать вес элементов манипулятора?

12.10. Как оценить жесткость элементов манипулятора?

13. Позиционное управление

13.1. Что означает термин "разомкнутая система управления"?

13.2. Что означает термин "замкнутая система управления"?

13.3. Опишите математическую модель подпружиненного маятника с трением?

13.4. Каким уравнением будут описываться колебания подпружиненного маятника?

13.5. Как заставить маятник успокаиваться без колебаний?

13.6. Нарисуйте блок-схему управления по положению для условного объекта?

13.7. Запишите уравнения машины постоянного тока? Приведите их к виду аналогичному уравнениям маятника?

13.8. По каким формулам можно оценить резонансную частоту тела?

13.9. Как рекомендуется выбирать коэффициенты управления с учетом резонанса?

13.10. Как распространить управление на манипулятор с несколькими актуаторами?

14. Сило-моментное управление

14.1. Приведите примеры операций где необходимо силомоментное управление.

14.2. Какие факторы необходимо отслеживать при силомоментном управлении?

14.3. Какие неизвестные параметры возможны при силомоментном управлении?

14.4. Опишите простейшую модель взаимодействия массы и упругой опоры.

14.5. Какие допущения логично применить чтобы упростить процесс силомоментного управления?

14.6. Как работает система условий и ограничений при силомоментном управлении?

14.7. Чем грозит нарушение условий выполнения операции при силомоментном управлении?

14.8. Чем грозит нарушение ограничений выполнения операции при силомоментном управлении?

14.9. Предложите пример операции требующей силомоментного управления. Опишите необходимые условия и ограничения?

14.10. Как происходит переключение между операциями при силомоментном управлении?