

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Математическое моделирование и оптимизация движения
многозвенных систем»**

**Перечень компетенций (элементов компетенций),
формируемых в результате освоения учебной дисциплины**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-11.1	Знать основные подходы, алгоритмы, методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем.	Тема 1. Моделирование динамики мехатронной системы Тема 2. Метод связанных графов	начальный (2)
2	ОПК-11.2	Уметь разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехническими системами.	Тема 3. Автоматизация моделирования динамики с использованием метода связанных графов	начальный (2)
3	ОПК-11.3	Владеть навыками организации разработки и применения алгоритмов,	Тема 3. Автоматизация моделирования динамики с использованием	начальный (2)

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
		современных цифровых программных методов расчета и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием.	метода связанных графов Тема 7. Алгоритмы формирования уравнений динамики и кинематики	
4	ОПК-13.1	Знать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем.	Тема 4. Уравнения динамики исполнительных механизмов Тема 5. Уравнения динамики манипуляторов	начальный (2)
5	ОПК-13.2	Уметь формировать модели и методы исследования мехатронных и робототехнических систем с учетом законов естественных наук и математики.	Тема 6. Неголономные системы Тема 8. Системы с сосредоточенными массами	начальный (2)
6	ОПК-13.3	Владеть навыками использования основных положений, законов и методов естественных наук и математики при	Тема 9. Моделирование динамики исполнительного привода Тема 10. Модель динамики	начальный (2)

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
		формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем.	гидропривода с гидроцилиндром двухстороннего действия	
7	ПК-2.2	Уметь составлять математические модели объектов мехатроники, робототехники и комплексной автоматизации производственных процессов, проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов и программного обеспечения.	Тема 9. Моделирование динамики исполнительного привода Тема 10. Модель динамики гидропривода с гидроцилиндром двухстороннего действия	начальный (2)
8	ПК-2.3	Владеть навыками физического, математического и цифрового моделирования, вычислительного эксперимента, анализа и обработки результатов эксперимента, организации научно-исследовательской деятельности в области создания объектов робототехники и автоматизированных систем машиностроительного производства.	Тема 7. Алгоритмы формирования уравнений динамики и кинематики	начальный (2)

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-11.1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы построения математических моделей робототехнических систем; - основные понятия и концепции математического моделирования многозвенных робототехнических и мехатронных систем - порядок применения соответствующего теоретического аппарата; 	Тема 1. Тема 2.	Лабораторные работы, контрольные работы, зачет
2	ОПК-11.2	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формировать уравнений кинематики и динамики многозвенных механизмов; - анализировать модели мехатронных и робототехнических систем на разных уровнях моделирования 	Тема 3.	Лабораторные работы, контрольные работы, зачет
3	ОПК-11.3	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методы вычислительной механики и математического моделирования в технических приложениях <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения стандартных и специализированных математических пакетов и программных библиотек для моделирования электромеханических и гидравлических мехатронных модулей. 	Тема 3. Тема 7.	Лабораторные работы, контрольные работы, зачет

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
4	ОПК-13.1	Знать: - принципы построения математических моделей робототехнических систем; - основные понятия и концепции математического моделирования многозвенных робототехнических и мехатронных систем	Тема 4. Тема 5.	Лабораторные работы, контрольные работы, зачет
5	ОПК-13.2	Уметь: - формировать уравнений кинематики и динамики многозвенных механизмов; - анализировать модели мехатронных и робототехнических систем на разных уровнях моделирования	Тема 6. Тема 8.	Лабораторные работы, контрольные работы, зачет
6	ОПК-13.3	Владеть: - навыками применения стандартных и специализированных математических пакетов и программных библиотек для моделирования электромеханических и гидравлических мехатронных модулей.	Тема 9. Тема 10.	Лабораторные работы, контрольные работы, зачет
7	ПК-2.2	Знать: - основные понятия и концепции математического моделирования многозвенных робототехнических и мехатронных систем - порядок применения соответствующего теоретического аппарата; Уметь: - использовать методы вычислительной механики и математического	Тема 9. Тема 10.	Лабораторные работы, контрольные работы, зачет

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
		моделирования в технических приложениях		
8	ПК-2.3	Знать: - принципы построения математических моделей робототехнических систем; Уметь: Владеть: - навыками применения стандартных и специализированных математических пакетов и программных библиотек для моделирования электромеханических и гидравлических мехатронных модулей.	Тема 7.	Лабораторные работы, контрольные работы, зачет

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Математическое моделирование и оптимизация движения
многозвенных систем»**

Вопросы для защиты лабораторных работ

Лабораторная работа №1

Исследование кинематической структуры пространственных механизмов

Цель работы: выявление и определение технических показателей и основных кинематических характеристик предложенных конструкций механизмов.

Вопросы для защиты:

1. Что называется механизмом? В чем его отличие от жесткой конструкции (фермы)?
2. С чем связано, что для ряда предложенных конструкций число степеней подвижности превышает число обобщенных координат? Какие дополнительные преимущества это дает механизму?
3. Какими реальными кинематическими парами представлены данные механизмы?

Лабораторная работа №2

Исследование кинематических характеристик мехатронных модулей движения

Цель работы: исследование кинематических характеристик мехатронных модулей движения, получение навыков оценки кинематической составляющей погрешности позиционирования.

Вопросы для защиты:

1. Что называется механизмом? В чем его отличие от жесткой конструкции (фермы)?
2. С чем связано, что для ряда предложенных конструкций число степеней подвижности превышает число обобщенных координат? Какие дополнительные преимущества это дает механизму?
3. Какими реальными кинематическими парами представлены данные механизмы?

Лабораторная работа №3

Исследование мехатронного модуля с вращательной кинематической парой и электрогидравлическим приводом поступательного действия

Цель работы: получение опыта анализа и выбора параметров мехатронного модуля вращательного действия с поступательным приводом.

Вопросы для защиты:

1. Имеет ли функция $\beta_{кр} = f(k_{ход}, k_L, \varphi_{min}, \varphi_{max})$ экстремум и если имеет, то относительно какого параметра и при каком значении этого параметра достигает максимума или минимума.
2. С какой целью проводились исследования по п.3, п.4 и п.5?
3. Как определяется величина нагрузки на шток гидроцилиндра $G_{шт}$ в зависимости от угла поворота φ
4. На что влияет перераспределение нагрузки на шток гидроцилиндра, ввиду изменения геометрических параметров звена при движении?

Лабораторная работа №4

Исследование динамических свойства мехатронного модуля движения при движении по заданной диаграмме скоростей

Цель работы: получение опыта выбора параметров механического редуктора при проектировании следящей системы управления.

Вопросы для защиты:

1. Как влияет момент нагрузки и ускорение на нагрузку на оптимальное передаточное число редуктора?
2. Что происходит в динамике при несоответствии выбранного передаточного числа редуктора оптимальному по быстродействию? Покажите на переходных характеристиках.
3. Каким образом по диаграмме движения механизма можно проверить, выполняется ли условие обеспечения заданного перемещения S за время движения $t_{дв}$.

Лабораторная работа №5

Исследование электрогидравлического мехатронного модуля движения

Цель работы: исследование динамики электрогидравлического следящего привода.

Вопросы для защиты:

1. Какие основные параметры электрогидравлического мехатронного модуля движения необходимо знать при его проектировании?
2. Перечислите методы, с помощью которых можно добиться требуемых показателей качества переходного процесса.
3. Какие параметры цифровой части системы влияют на точность воспроизведения аналогового закона регулирования?

Лабораторная работа №6

Изучение основных способов управления пневматическими приводами по скорости и положению

Цель работы: познакомиться с применением моно- и бистабильных распределителей для управления пневматическими цилиндрами одно- и двустороннего действия.

Вопросы для защиты:

1. Какой вид управления называется прямым, какой непрямым? Сравните два вида управления.
2. Какой распределитель называется моностабильным, опишите его поведение при отсутствии управляющего сигнала?
3. Какой распределитель называется бистабильным, опишите его поведение при отсутствии управляющего сигнала?
4. Изобразите схему пневматического логического элемента «НЕТ».
5. Каким образом реализуется цикл двухскоростного управления цилиндром?

Лабораторная работа №7

Проектирование многосвязных механических систем в SimMechanics

Цель работы: научиться применять расширения системы Simulink для проектирования пространственных многосвязных механизмов.

Вопросы для защиты:

1. Назовите два основных параметра блока типа «твердое тело». Какой блок типа «твердое тело» должен обязательно присутствовать в модели механической системы?
2. Для чего применяются блоки шарнирных соединений? Опишите блок Prismatic.
3. Опишите назначение блоков «разобранных шарниров». Какую задачу они упрощают?
4. Что такое «безынерционный соединитель»? При каких условиях его следует применять вместо блока «твердое тело»? Почему?
5. В зам заключается назначение «виртуальных регистраторов» и «возбудителей движения»?

6. Что моделируется с помощью блоков стационарных и нестационарных связей?

Лабораторная работа №8

Моделирование рабочих движений многозвенных систем

Цель работы: научиться моделировать движение многозвенных манипуляторов в системе Simulink

Вопросы для защиты:

1. На что влияет выбор системы координат при моделировании механизма?
2. Как проанализировать закон движения произвольной точки механизма? Какие параметры могут быть зафиксированы?
3. С какого звена начинается проектирование большинства механизмов?
4. С помощью какого блока можно задать отдельному примитиву шарнира заданный вращающий момент или усилие?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству защита лабораторных работ

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Ответы на вопросы к защите лабораторных работ даны на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Ответы на вопросы к защите лабораторных работ даны на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Ответы на вопросы к защите лабораторных работ даны на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Ответы на вопросы к защите лабораторных работ даны на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Вопросы для контрольных работ

1. Какие сложности возникают при исследовании систем, имеющих замкнутые контуры
2. Как связан закон Кирхгофа и метод связанных графов
3. Какое основное преимущества метода Лагранжа для вывода уравнений динамики
4. При каких условиях кинематическая цепь механизма имеет ветвления
5. Какую модель можно использовать на предварительных этапах исследования динамики манипуляторов
6. Как получаются уравнения динамики системы при наличии геометрических и дифференциальных неинтегрируемых связей
7. Что такое мехатронная система.
8. Как задаются уравнения динамики в векторно-матричной форме
9. В чем сложность моделирования манипуляторов методом связанных графов

10. Опишите алгоритм формирования уравнений динамики механизма с замкнутыми контурами и голономными связями
11. Опишите преимущества и недостатки дроссельного и объемного управления
12. Какие методы получения уравнений динамики вы знаете
13. В чем недостаток метода Эйлера для вывода уравнений динамики
14. Что такое матрица инцидентий, как она заполняется
15. В чем заключается алгоритм кодирования параметров структуры древоподобного механизма по П.Б. Слеиде.
16. Применим ли метод Гаусса к неголономным системам
17. Назовите основные компоненты динамической системы при моделировании методом связанных графов
18. Назовите два основных этапа построения математической модели мехатронной системы по методу связанных графов
19. На чем базируется метод связанных графов
20. Чем обусловлено широкое применение ЭВМ в мехатронных системах.
21. Опишите общий алгоритм формирования уравнений динамики механической системы
22. Какими параметрами характеризуются элементы графа
23. Что такое функциональный преобразователь, какими уравнениями он описан, как учесть тепловые потери в реальных механизмах и схемах
24. Что такое «модель», «математическая модель», какие виды моделирования вы знаете
25. Какое основное достоинство электродвигателей постоянного тока независимого возбуждения
26. Приведите уравнение емкостного накопителя энергии, что он моделирует в случае механической системы
27. Что такое диссипативный элемент, что он учитывает, каким уравнением описывается
28. Что такое гиратор, как описывается, в чем его отличие от функционального преобразователя
29. Что такое контурные и бесконтурные графы, как отличаются основные элементы, какие типы графов получили большее распространение для моделирования технических систем
30. Что в механике называется «связью»
31. Как задается условие идеальности связи
32. Что такое системы с неударживающими связями
33. Что такое голономная система
34. Назовите основные формы представления математических моделей
35. Запишите общее уравнение динамики механической системы со стационарными голономными связями
36. Как учитывается влияние распределенных масс звеньев, как твердых тел, на динамику системы
37. Что такое уравнения кинематики системы, какой алгоритм их формирования применяется на практике

38. Что называется исполнительным приводом мехатронной системы, что входит в его состав
39. Нарисуйте граф голономной системы с распределенными массами
40. Что такое неголономная связь и система
41. Запишите матрицы преобразования для вращательного и поступательного соединения
42. Как растет количество компонент сил инерции звеньев, действующих на разомкнутый механизм с вращательными соединениями в зависимости от количества вращательных пар
43. Как можно формировать уравнения динамики без необходимости упрощать громоздкие аналитические выражения
44. Что представляет собой следящий привод, какова основная задача проектирования следящего привода
45. Какие двигатели называются исполнительными, почему с ними применяются редукторы с большим передаточным отношением
46. В чем заключается автоматизация моделирования динамики мехатронной системы
47. Зачем применяются люфтовывбирающие механизмы
48. Какие основные достоинства электрогидравлического привода
49. Назовите основные особенности мехатронных систем

Типовые варианты контрольных работ

ВАРИАНТ 1

1. Что такое мехатронная система.
2. Что такое уравнения кинематики системы, какой алгоритм их формирования применяется на практике
3. Как учитывается влияние распределенных масс звеньев, как твердых тел, на динамику системы
4. В чем сложность моделирования манипуляторов методом связанных графов
5. Какое основное достоинство электродвигателей постоянного тока независимого возбуждения
6. Приведите уравнение емкостного накопителя энергии, что он моделирует в случае механической системы

ВАРИАНТ 2

1. Что такое «модель», «математическая модель», какие виды моделирования вы знаете
2. Какие методы получения уравнений динамики вы знаете
3. Назовите основные компоненты динамической системы при моделировании методом связанных графов
4. На чем базируется метод связанных графов

5. Какими параметрами характеризуются элементы графа
6. Что такое функциональный преобразователь, какими уравнениями он описан, как учесть тепловые потери в реальных механизмах и схемах

ВАРИАНТ 3

1. Что в механике называется «связью»
2. Как задается условие идеальности связи
3. Что такое голономная система
4. Назовите основные формы представления математических моделей
5. Запишите общее уравнение динамики механической системы со стационарными голономными связями
6. Запишите матрицы преобразования для вращательного и поступательного соединения

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточного контроля (экзамен)

1. Что такое мехатронная система.
2. Чем обусловлено широкое применение ЭВМ в мехатронных системах.
3. Назовите основные особенности мехатронных систем
4. Что такое «модель», «математическая модель», какие виды моделирования вы знаете
5. Назовите основные формы представления математических моделей
6. В чем заключается автоматизация моделирования динамики мехатронной системы
7. Какие методы получения уравнений динамики вы знаете
8. Какое основное преимущества метода Лагранжа для вывода уравнений динамики
9. В чем недостаток метода Эйлера для вывода уравнений динамики
10. Применим ли метод Гаусса к неголономным системам
11. На чем базируется метод связанных графов
12. Какими параметрами характеризуются элементы графа
13. Как связан закон Кирхгофа и метод связанных графов

14. Назовите основные компоненты динамической системы при моделировании методом связанных графов
15. Приведите уравнение инерционного накопителя энергии, каков его смысл для механической и электрической систем
16. Приведите уравнение емкостного накопителя энергии, что он моделирует в случае механической системы
17. Что такое диссипативный элемент, что он учитывает, каким уравнением описывается
18. Что такое функциональный преобразователь, какими уравнениями он описан, как учесть тепловые потери в реальных механизмах и схемах
19. Что такое гиратор, как описывается, в чем его отличие от функционального преобразователя
20. Что такое контурные и бесконтурные графы, как отличаются основные элементы, какие типы графов получили большее распространение для моделирования технических систем
21. Назовите два основных этапа построения математической модели мехатронной системы по методу связанных графов
22. Что такое матрица инцидентий, как она заполняется
23. Как задаются уравнения динамики в векторно-матричной форме
24. В чем сложность моделирования манипуляторов методом связанных графов
25. Что в механике называется «связью»
26. При каких условиях действует механическая связь
27. Как задается условие идеальности связи
28. Что такое системы с неударивающими связями
29. Что такое голономная система
30. Запишите общее уравнение динамики механической системы со стационарными голономными связями
31. Как учитывается влияние распределенных масс звеньев, как твердых тел, на динамику системы
32. Нарисуйте граф голономной системы с распределенными массами
33. Какую модель можно использовать на предварительных этапах исследования динамики манипуляторов
34. При каких условиях кинематическая цепь механизма имеет ветвления
35. В чем заключается алгоритм кодирования параметров структуры древоподобного механизма по П.Б. Слеиде.
36. Какие сложности возникают при исследовании систем, имеющих замкнутые контуры
37. Опишите алгоритм формирования уравнений динамики механизма с замкнутыми контурами и голономными связями
38. Что такое неголономная связь и система
39. Как получаются уравнения динамики системы при наличии геометрических и дифференциальных неинтегрируемых связей
40. Опишите общий алгоритм формирования уравнений динамики механической системы

41. Что такое уравнения кинематики системы, какой алгоритм их формирования применяется на практике
42. Запишите матрицы преобразования для вращательного и поступательного соединения
43. Как растет количество компонент сил инерции звеньев, действующих на разомкнутый механизм с вращательными соединениями в зависимости от количества вращательных пар
44. Как можно формировать уравнения динамики без необходимости упрощать громоздкие аналитические выражения
45. Что называется исполнительным приводом мехатронной системы, что входит в его состав
46. Что представляет собой следящий привод, какова основная задача проектирования следящего привода
47. Какое основное достоинство электродвигателей постоянного тока независимого возбуждения
48. Какие двигатели называются исполнительными, почему с ними применяются редукторы с большим передаточным отношением
49. Опишите связный граф элементарного звена редуктора, как описывается люфт
50. Зачем применяются люфтовывбирающие механизмы
51. Какие основные достоинства электрогидравлического привода
52. Опишите преимущества и недостатки дроссельного и объемного управления

Типовой экзаменационный билет.

ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.ДАЛЯ

Кафедра информационных и управляющих систем

Вариант 1

1. Что такое системы с неударживающими связями?
2. Как можно формировать уравнения динамики без необходимости упрощать громоздкие аналитические выражения?
3. Зачем применяются люфтовывбирающие механизмы?

Утверждено на заседании кафедры информационных и управляющих систем _____, протокол _____

Заведующий кафедрой

А.И. Горбунов

Экзаменатор

Д.О. Синепольский

Критерии и шкала оценивания результатов промежуточной аттестации
«Экзамен»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
Хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Математическое моделирование и оптимизация движения многозвенных систем» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета компьютерных
систем и информационных
технологий



Ветрова Н. Н.