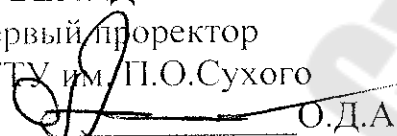


Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет имени
П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
ГГТУ им. П.О.Сухого


О.Д.Асенчик

15. 12. 2015 г.

Регистрационный № УД-21-07/уч

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»

2015

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта ОСВО 1-36 01 07-2013;

учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин».

№ I 36-1-24/уч. от 17.09.2013

№ I 36-1-57/уч. от 21.09.2013

№ I 36-1-06/уч. от 12.02.2014

СОСТАВИТЕЛЬ

Д.Л. Стасенко, заведующий кафедрой «Гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М.П. Кульгейко, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

Е.П. Борисов, заместитель директора по перспективному развитию ОАО «САЛЕО-Гомель», кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

(протокол № 3 от 19.10.2015);

Научно-методическим Советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

(протокол № 3 от 09.11.2015); *УД ГН-164/42*

Научно-методическим Советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УФз - 066-114
(протокол № 2 от 03.12.2015).

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 08.12.2015).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Математическое моделирование гидропневмосистем» составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-36 01 07-2013 и учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин».

Цели и задачи учебной дисциплины

Для специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» дисциплина «Математическое моделирование гидропневмосистем» является базовым теоретическим курсом, обеспечивающим фундаментальную подготовку студентов по избранной специальности и возможность изучать последующие дисциплины.

Цель учебной дисциплины:

- формирование профессиональных компетенций в области гидравлических и пневматических систем мобильных и технологических машин.

Задачи курса - дать студентам знания основных методов моделирования и исследования реальных физических систем, гидравлических, механических и тепловых, а также навыки современных методов расчёта и моделирования гидропневмосистем.

Для этого изучаются основные понятия процесса моделирования и проектирования технических объектов; структуры математической модели; классификацию математических моделей и требования предъявляемые к ним; технологию математического моделирования; объекты проектирования и построение динамических систем технических объектов на макроуровне; компонентные и топологические уравнения систем; метод сосредоточенных масс в формировании математической модели; метод типовых элементов в формировании математической модели; методику построения математической модели пневмопривода и упрощение динамических систем; моделирование нелинейных систем, характеристик гидродвигателей и гидронасосов, пневматических приводов технических объектов, гидроприводов технических объектов; моделирование и анализ статических состояний, переходных процессов.

Дисциплина «Математическое моделирование гидропневмосистем» базируется на усвоении студентами фундаментальных положений дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Теория машин и механизмов», «Механика жидкости и газа».

Материал дисциплины служит теоретической основой для изучения специальных дисциплин и при дипломном проектировании.

В результате изучения дисциплины, студенты должны:

знать:

- вопросы теории моделирования;
- методы построения математических моделей и реального описания процессов, происходящих в системах, агрегатах и узлах мобильных и технологических машин;
- методы анализа полученных математических моделей и их реализации с использованием современных математических методов и вычислительных средств;

уметь:

- составлять математические модели и описание процессов, происходящих в системах, агрегатах и узлах;
- разрабатывать алгоритмы решения;
- анализировать полученные математические модели;
- реализовывать полученные математические модели на ЭВМ.

владеть:

- методами анализа и синтеза гидравлических и пневматических систем;
- критериями моделирования при возможных вариантах гидравлических расчетов;
- методами расчета гидравлических и пневматических систем.

Требования к компетенциям специалиста:

При изучении дисциплины формируются или развиваются компетенции:

академические:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течении всей жизни;

социально-личностные:

- владеть навыками здоровьесбережения;
- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

профессиональные:

- осуществлять необходимые расчеты гидропневмосистем, их элементов, узлов и агрегатов;

- выбирать технические средства для измерения параметров и характеристик гидрокневмосистем при их экспериментальных исследованиях;
- знать принципы планирования и организации экспериментов при проведении испытаний гидрокневмосистем их элементов, узлов и агрегатов;
- знать и уметь применять современные способы обработки результатов экспериментальных и теоретических исследований, методы оценки точности измерений и результатов.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Математическое моделирование гидрокневмосистем» в соответствии с учебным планом по специальности 1-36 01 07 «Гидрокневмосистемы мобильных и технологических машин» – 140.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах – 3,5.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Форма получения высшего образования	дневная	заочная
Курс	3	4
Семестр	6	7, 8
Лекции (часов)	32	6
Практические занятия (часов)	16	4
Лабораторные занятия (часов)	16	4
Аудиторных (часов)	64	14
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине		
Экзамен	6 семестр	8 семестр

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Основные понятия моделирования

Основные понятия моделирования технических систем. Понятие объекта, модели, моделирования. Математическое моделирование и требования, предъявляемые к математическим моделям. Роль моделирования в процессе познавательной и практической деятельности человека. Универсальность, точность, адекватность, экономичность математической модели.

Тема 2. Классификация математических моделей.

Принципы классификации математических моделей применяемых при описании технических процессов по следующим критериям:

- по форме представления;
- по характеру отображаемых свойств;
- по степени абстрагирования;
- по способу получения;
- по учёту физических свойств;
- по способу прогнозирования результата;

Области применения математических моделей в зависимости от вида и особенностей получения.

Тема 3. Структура и параметры объектов моделирования.

Компоненты, параметры, переменные, функциональные зависимости, ограничения, целевые функции математической модели. Объекты проектирования на микроуровне. Основы построения математических моделей на микроуровне. Модели гидравлических, механических систем на микроуровне. Приближенные математические модели технических объектов на микроуровне.

Тема 4. Математические модели простых дискретных элементов технических объектов

Объекты проектирования на макроуровне. Динамическая модель технического объекта на макроуровне. Компонентные и топологические уравнения. Компонентные и топологические уравнения механической системы. Компонентные и топологические уравнения гидравлической системы. Определение параметров элементов динамических моделей механической системы. Определение параметров элементов динамических моделей гидравлической системы. Определение параметров элементов динамических моделей гидромеханической системы.

Тема 5. Построение теоретических математических моделей на макроуровне

Способы построения теоретических моделей. Графические формы представления математических моделей. Матричная форма представления математической модели. Узловой метод формирования математической модели. Уравнения Лагранжа второго рода. Метод функционально законченных элементов

Тема 6. Структурно-матричный метод формирования математических моделей.

Основы структурно-матричного метода. Моделирование механической системы при пространственном движении твердых тел. Моделирование механической системы при плоском движении твердых тел. Моделирование теплопередачи в телах.

Тема 7. Экспериментальные факторные математические модели.

Особенности экспериментальных факторных моделей. Основные принципы планирования эксперимента. Регрессионный анализ. Оценка параметров регрессионной модели. Планы экспериментов и их свойства. Определение коэффициентов регрессионной модели и проверка их значимости. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Математическое моделирование гидронневмосистем		32	16		16			
1	Введение. Основные понятия моделирования	3	2					Экзамен, защита практических работ
2.	Классификация математических моделей	3	2					Экзамен, защита практических работ
3.	Структура и параметры объектов моделирования	5	2		2			Экзамен, защита практических и лабораторных работ
4.	Математические модели простых дискретных элементов - технических объектов	5	2		2			Экзамен, защита практических и лабораторных работ
5.	Построение теоретических математических моделей на макроуровне	8	2		2			Экзамен, защита практических и лабораторных работ
6.	Структурно-матричный метод формирования математических моделей	4	2		2			Экзамен, защита практических и лабораторных работ
7.	Экспериментальные факторные математические модели	4	4		8			Экзамен, защита практических и лабораторных работ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Математическое моделирование гидродневмосистем		6	4		4			
1	Введение. Основные понятия моделирования.	1						Экзамен
2.	Классификация математических моделей	1						Экзамен
3.	Структура и параметры объектов моделирования	1						Экзамен
4.	Математические модели простых элементов дискретных технических объектов	1			2			Экзамен защита лабораторных работ
5.	Построение теоретических математических моделей на макроуровне	1	2					Экзамен, защита практических работ
6.	Структурно-матричный метод формирования математических моделей	1						Экзамен
7.	Экспериментальные факторные математические модели		2		2			Экзамен, защита практических и лабораторных работ

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень практических занятий

1. Моделирование статических гидросистем.
2. Получение эквивалентных схем технических объектов
3. Построение математических моделей технических объектов при моделировании на метауровне.
4. Моделирование гидравлических трубопроводов.
5. Моделирование систем подрессоривания.
6. Моделирование пневмосистем.
7. Построение динамической модели гидромеханической системы
8. Получение динамической модели механической вращательной системы
9. Формирование графической модели (оргграфа) механической вращательной системы.
10. Получение динамической модели гидромеханической системы
11. Формирование графической модели (оргграфа) гидромеханической системы.
12. Построение плана многофакторного эксперимента
13. Получение регрессионной математической модели.
14. Проверка адекватности регрессионной математической модели

Примерный перечень лабораторных занятий

1. Линейная аппроксимация таблично заданной функции. Построение уравнения регрессии.
2. Методы одномерной и многомерной оптимизации.
3. Моделирование характеристик трубопровода.
4. Моделирование переходных процессов в объёмном гидроприводе с разветвлённой сетью трубопроводов.
5. Моделирование гидропневматических систем.
6. Построение математической модели гидравлической системы на микроуровне.
7. Определение параметров регрессионной модели с использованием программных средств

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Основные определения: виды моделей и моделирования; понятие алгоритма.
2. Определение параметров элементов динамических моделей

гидромеханических систем.

3. Классификация математических моделей.
4. Графические формы представления теоретических математических моделей на макроуровне.
5. Структура и параметры объектов проектирования.
6. Основные принципы планирования эксперимента.
7. Построение эмпирических формул: определение параметров математической модели методом «средних отклонений».
8. Динамическая модель технического объекта на макроуровне.
9. Построение эмпирических формул: определение параметров математической модели методом «наименьших квадратов».
10. Структурно-матричный метод формирования математической модели гидравлической системы.
11. Объекты проектирования на микроуровне.
12. План эксперимента
13. Основы построения математических моделей на микроуровне.
14. Регрессионный анализ.
15. Модели гидравлических систем на микроуровне.
16. Оценка параметров регрессионной модели.
17. Модели механических систем на микроуровне.
18. Планы экспериментов и их свойства.
19. Объекты проектирования на макроуровне.
20. Особенности экспериментальных факторных моделей.
21. Динамическая модель технического объекта на макроуровне.
22. Основные определения: виды моделей и моделирования; понятие алгоритма.
23. Компонентные и топологические уравнения, описывающие инерционные, упругие, диссипативные свойства и условия равновесия и непрерывности в общем виде.
24. Классификация математических моделей.
25. Компонентные и топологические уравнения механической системы
26. Структура и параметры объектов проектирования.
27. Компонентные и топологические уравнения гидравлической системы.
28. Построение эмпирических формул: определение параметров математической модели методом «средних отклонений».
29. Определение параметров элементов динамических моделей механических систем.
30. Построение эмпирических формул: определение параметров математической модели методом «наименьших квадратов».
31. Определение параметров элементов динамических моделей гидравлических систем.

32. Объекты проектирования на микроуровне.
33. Определение параметров элементов динамических моделей гидромеханических систем.
34. Основы построения математических моделей на микроуровне.
35. Способы построения теоретических математических моделей на макроуровне.
36. Модели гидравлических систем на микроуровне.
37. Графические формы представления теоретических математических моделей на макроуровне.
38. Модели механических систем на микроуровне.
39. Динамическая модель, эквивалентная схема и оргграф механической вращательной системы.
40. Объекты проектирования на макроуровне.
41. Основы структурно-матричного метода формирования математических моделей.
42. Компонентные и топологические уравнения, описывающие инерционные, упругие, диссипативные свойства и условия равновесия и непрерывности в общем виде.
43. Структурно-матричный метода формирования математической модели механической системы.
44. Компонентные и топологические уравнения механической системы
45. Структурно-матричный метода формирования математической модели гидравлической системы.
46. Компонентные и топологические уравнения гидравлической системы.
47. Построение теоретических математических моделей на макроуровне с использованием уравнения Лагранжа второго рода.
48. Определение параметров элементов динамических моделей механических систем.
49. Построение теоретических математических моделей на макроуровне с использованием метода функционально законченных элементов.
50. Определение параметров элементов динамических моделей гидравлических систем.
51. Построение фрагмента динамической модели гидравлической магистрали с ветвлением в точке на макроуровне с использованием метода функционально законченных элементов.
52. Способы построения теоретических математических моделей на макроуровне.
53. Построение фрагмента динамической модели гидравлической магистрали с учетом упругих свойств газожидкостной смеси и трубопроводов на макроуровне с использованием метода функционально законченных элементов.

54. Динамическая модель, эквивалентная схема и оргграф механической вращательной системы.
55. Динамические модели ветвей гидроприводов, состоящих из взаимодействующих функционально законченных элементов на макроуровне.
56. Основы структурно-матричного метода формирования математических моделей.
57. Особенности экспериментальных факторных моделей.
58. Структурно-матричный метода формирования математической модели механической системы.
59. Основные принципы планирования эксперимента.
60. Построение теоретических математических моделей на макроуровне с использованием уравнения Лагранжа второго рода.
61. План эксперимента
62. Построение теоретических математических моделей на макроуровне с использование метода функционально законченных элементов.
63. Регрессионный анализ.
64. Построение фрагмента динамической модели гидравлической магистрали с ветвлением в точке на макроуровне с использование метода функционально законченных элементов.
65. Оценка параметров регрессионной модели.
66. Построение фрагмента динамической модели гидравлической магистрали с учетом упругих свойств газожидкостной смеси и трубопроводов на макроуровне с использование метода функционально законченных элементов.
67. Планы экспериментов и их свойства.
68. Динамические модели ветвей гидроприводов, состоящих из взаимодействующих функционально законченных элементов на макроуровне.

Организация и выполнение самостоятельной работы

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных лабораторных и практических работ и других форм текущего контроля. Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют рейтинговую оценку текущей успеваемости студента по дисциплине.

Дополнительная самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время контактных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по дополнительной самостоятельной работе студента и учитываются при итоговой аттестации по курсу.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

Диагностика компетентности студентов

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- модульно-рейтинговый контроль знаний;
- выступление студента на конференции по подготовленному докладу;
- сдача экзамена по дисциплине.

Методы (технологии обучения)

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины «Математическое моделирование гидрокневмосистем», являются: элементы проблемного обучения

(проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях; элементы учебно-исследовательской деятельности с использованием творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях, а также при самостоятельной работе.

Основная литература

1. САПР. Системы автоматизированного проектирования: в 9 кн.: учеб. пособие для вузов / под ред. И.П.Норенкокова. Кн. 4. Математические модели технических объектов / В.А. Трудоношин, Н.В. Пивоварова. – Минск: Высшая школа, 1988. – 159с.
2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Минск: Дизайн ПРО, 1997.- 640 с.
3. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. Учеб. Для машиностроительных вузов. – М.: Машиностроение, 1987.- 464с.
4. MathCAD 6.0 Plus Финансовые, инженерные и научные расчёты в среде Windows – М.Филинь, 1997

Дополнительная литература

1. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. / Б.Б. Некрасов, И.В. Фатеев, Ю.А. Беленков и др.; под ред. Б.Б. Некрасова. – Москва: Высш. шк., 1989. - 192 с.
2. Герц Е.В. Динамика пневматических систем машин. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил.
3. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования. – М.: Наука, 1985.
4. Дьяконов В.П. Справочник по MathCAD PLUS 7.0 Pro. – М: СК Пресс, 1998 .
5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978
6. Горинштейн А.М. Практика решения инженерных задач на ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1984
7. Метлюк Н.Ф., Автушко В.П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. – М.: Машиностроение, 1980

Перечень компьютерных программ, наглядных пособий, методических указаний и технических средств обучения

1. Новиков А.А. Практическое пособие к лабораторным и контрольным работам по теме "Решение инженерно-экономических задач в среде MathCAD for Windows" для студентов всех специальностей дневного и заочного отделений. - Гомель: ГГТУ, 2000. (м/у 2477).

2. Трохова Т.А. Практическое пособие по теме "Основные приемы работы в системе MathCAD, версии 6.0." для студентов всех специальностей дневного и заочного отделений. - Гомель: ГГТУ, 1998. (м/у 2286).

3. Гокочаков В.И. Практическое пособие по теме "Решение систем алгебраических и дифференциальных уравнений в среде MathCAD Windows" для студентов всех специальностей дневного и заочного отделений. - Гомель: ГГТУ, 2000. (м/у 2453).

4. Грудецкий Г.А., Мурашко И.А. Практическое пособие по теме "Графические средства пакета MathCAD" для студентов всех специальностей дневного и заочного отделений. - Гомель: ГГТУ, 2001. (м/у 2564).

5. Положение о порядке подготовки, выполнения, оформления и защиты лабораторных работ № 79 от 28.11.2011.

6. Положение об управляемой самостоятельной работе студентов № 22 от 18.05.2011.

7. Положение о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов № 14 от 04.12.2009.

Для выполнения лабораторных работ необходимы компьютеры Pentium II с тактовой частотой процессора не ниже 600МГц и ОЗУ не менее 128Мбайт, и следующее программное обеспечение: Windows, MathCAD,

Список литературы сверен АИ (Титова И.В.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Механика жидкости и газа	ГПА	<i>Иск. Д. А. Стасенко</i>	
Теория автоматического управления	ГПА	<i>иск. Д. А. Стасенко</i>	
Элементы управления и регулирования ГПС	ГПА	<i>Иск. Д. А. Стасенко</i>	