

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
УО ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ А.А.Бойко
(подпись)

_____ 04.07. 2019
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-_{маг} 109 /уч.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-36 80 02-2019; типового учебного плана специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» № I 36-2-002 / пр.-тип. 21.03.2019, учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» № I 36-2-02/уч. 03.04.2019; I 36-2-10/уч. 03.04.2019.

Составитель:

Д.Л. Стасенко, кандидат технических наук, доцент.

Рецензенты:

Заведующий кафедры «Сельскохозяйственные машины»
к.т.н., доцент Попов В.Б.
Заместитель директора ОАО «САЛЕО-ГОМЕЛЬ»
к.т.н. Борисов Е.П.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 24.05.2019);
Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 24.06.2019); УД-ТМ-279/уч.
Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 26.06.2019).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа нового поколения по курсу «Математическое моделирование технических объектов и процессов с использованием компьютерных технологий» предназначена для преподавателей в качестве руководства в работе с магистрантами специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении».

Программа составлена в соответствии с «Порядком разработки и утверждения учебных программ и программ практики для реализации содержания образовательных программ высшего образования», утв. Приказом Министра образования от 27.05.2019 г., образовательным стандартом и учебными планами специальности.

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Объектом изучения дисциплины «Математическое моделирование технических объектов и процессов с использованием компьютерных технологий» являются современные методы формирования математических моделей с использованием компьютерных программ.

Целью дисциплины является изучение основных видов математического моделирования с использованием прикладного программного обеспечения, позволяющего повысить эффективность получения математических моделей.

Задачами дисциплины является формирование у студентов знаний и навыков:

- по способам составления математические модели и описаний процессов, происходящих в системах, агрегатах и узлах;
- по особенностям разработки алгоритмов решения и анализа полученных математических моделей;
- по выбору рациональных методов полученные математические модели на ЭВМ;

В результате изучения дисциплины, магистранты должны:

знать:

- вопросы теории моделирования;
- методы построения математических моделей и реального описания процессов, происходящих в системах технических объектов;
- методы анализа полученных математических моделей и их реализации с использованием современных математических методов и вычислительных средств с использованием компьютерных технологий;

уметь:

- составлять математические модели и описание процессов, происходящих в технических объектах с использованием компьютерных технологий;
- разрабатывать алгоритмы решения;
- анализировать полученные математические модели;
- реализовывать полученные математические модели на ЭВМ.

Место учебной дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование технических объектов и процессов с использованием компьютерных технологий» является учебной дис-

циплиной государственного компонента и является ключевой в модуле «Математические основы инновационных инженерных решений».

2. Требования к компетенциям магистра

Магистр, освоивший содержание образовательной программы дисциплины «Математическое моделирование технических объектов и процессов с использованием компьютерных технологий» магистратуры по специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении», должен обладать универсальными и углубленными профессиональными компетенциями. УК-2, УПК-1

2.1 Требования к универсальным компетенциям магистра

Магистр должен обладать следующими универсальными компетенциями: УК-2. Владеть углубленными фундаментальными и прикладными знаниями и умениями в области инновационных технологий машиностроения.

2.2 Требования к углубленным профессиональным компетенциям

Магистр должен обладать следующими углубленными профессиональными компетенциями:

УПК-1. Владеть основными методами математического моделирования технических объектов и процессов изготовления деталей машин с использованием компьютерных технологий, быть способным производить выбор указанных методов для решения конкретных задач.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Математическое моделирование технических объектов и процессов с использованием компьютерных технологий» для специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» составляет для всех форм получения образования – 90 часов.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Вид занятий, курс, семестр	Дневная форма	Заочная форма
Курс	1	1
Семестр	1	1
Лекции (часов)	26	6
Практические занятия (часов)	10	4
Всего аудиторных (часов)	36	10
Форма текущей аттестации по учебной дисциплине		
Экзамен (семестр)	1	1

Форма получения высшего образования: дневная и заочная.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 3 зачетных единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. 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 механических, гидравлических, тепловых, электрических систем на микроуровне. Приближенные математические модели технических объектов на микроуровне.

Тема 2. Математические модели простых дискретных элементов технических объектов

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

Тема 3. 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 4. Структурно-матричный метод формирования математических моделей.

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

Тема 5. 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.

Тема 6. Оптимизация параметров технических систем

Принцип локальной оптимизации в методологии проектирования с использованием компьютерных технологий. Основные понятия и определения параметрической оптимизации. Определение экстремума аналитической целевой функции. Поисковая оптимизация. Постановка задач оптимизации. Формирование целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации. Выбор управляемых параметров. Методы поиска экстремума целевой функции.

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

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля зна
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Структура и параметры объектов моделирования	4	2					защита Пр. №1
2	Математические модели простых дискретных элементов технических объектов	4	2					защита Пр. №2
3	Построение теоретических математических моделей на макроуровне	4	2					защита Пр. №2
4	Структурно-матричный метод формирования математических моделей.	4						
5	Экспериментальные факторные математические модели.	4	2					защита Пр. №3
6	Оптимизация параметров технических систем	6	2	-		-	-	защита Пр. №4
Итого (часов) по дисциплине:		26	10	-		-	-	Экзамен

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

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля зна
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Структура и параметры объектов моделирования	1	2					защита Пр. №1
2	Математические модели простых дискретных элементов технических объектов	1						
3	Построение теоретических математических моделей на макроуровне	1	2					защита Пр. №2
4	Структурно-матричный метод формирования математических моделей.	1						
5	Экспериментальные факторные математические модели.	1						
6	Оптимизация параметров технических систем	1		-		-	-	
Итого (часов) по дисциплине:		6	4	-		-	-	Экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Берлинер, Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва : Форум, 2008. - 447 с.

2. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике : учебник для вузов / под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко, - 2-е изд., стер.. - Москва : Изд-во МГТУ, 2003.-495с.

3. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. - Изд. 2-е. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016. - 191 с.-(Учебники для вузов. Специальная литература)

Дополнительная учебная и научная литература

1. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования. – М.: Наука, 1985.

2. Дьяконов В.П. Справочник по MathCAD PLUS 7.0 Pro. – М: СК Пресс, 1998 .

3. В.А. Трудоношин, Н.В. Пивоварова. САПР: системы автоматизированного проектирования. Кн. 4. Математические модели технических объектов. – Минск: Высшая школа, 1988. – 159с.

4. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Минск: Дизайн ПРО, 2004, 640 с.

5. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. Учеб. Для машиностроительных вузов. – М.: Машиностроение, 1976

6. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978

7. Горнштейн А.М. Практика решения инженерных задач на ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1984

8. MathCAD 6.0 Plus Финансовые, инженерные и научные расчёты в среде Windows – М.Филинь, 1997

Учебно-методические комплексы и электронные курсы

1. Попов, В. Б. Математическое моделирование технических объектов и процессов : электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В. Б. Попов. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011.

2. Лаевский, Д. В. Математическое моделирование гидropневмосистем : электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студентов спец. 1-36 01 07 "Гидropневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Д. В. Лаевский, Д. Л. Стасенко. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017.

Перечни используемых средств диагностики результатов
учебной деятельности

Устный опрос.

Отчеты по практическим работам с их устной защитой.

Письменно-устный экзамен.

Тестовые задания.

Перечень практических работ:

№п/ п	Наименование тем и их содержание	Объем, час.
1.	Получение эквивалентных схем технических объектов	2
2.	Построение динамической модели системы	2
3	Получение динамической модели механической вращательной системы, формирование графической модели (оргграфа)	2
4	Построение плана многофакторного эксперимента	2
5	Получение регрессионной математической модели и проверка ее адекватности	2
ИТОГО:		10

Характеристика инновационных подходов
к преподаванию учебной дисциплины:

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при управляемой самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на практических занятиях.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Структура и параметры объектов проектирования.
2. Основные принципы планирования эксперимента.
3. Построение эмпирических формул: определение параметров математической модели методом «средних отклонений».
4. Динамическая модель технического объекта на макроуровне.
5. Построение эмпирических формул: определение параметров математической модели методом «наименьших квадратов».
6. Структурно-матричный метода формирования математической модели гидравлической системы.
7. Объекты проектирования на микроуровне.
8. План эксперимента
9. Основы построения математических моделей на микроуровне.
10. Регрессионный анализ.
11. Оценка параметров регрессионной модели.
12. Планы экспериментов и их свойства.
13. Объекты проектирования на макроуровне.
14. Особенности экспериментальных факторных моделей.
15. Динамическая модель технического объекта на макроуровне.
16. Построение эмпирических формул: определение параметров математической модели методом «наименьших квадратов».
17. Способы построения теоретических математических моделей на макроуровне.
18. Динамическая модель, эквивалентная схема и оргграф механической вращательной системы.
19. Объекты проектирования на макроуровне.
20. Основы структурно-матричного метода формирования математических моделей.
21. Структурно-матричный метода формирования математической модели механической системы.
22. Структурно-матричный метода формирования математической модели гидравлической системы.
23. Построение теоретических математических моделей на макроуровне с использованием уравнения Лангранжа второго рода.
24. Определение параметров элементов динамических моделей механических систем.
25. Построение теоретических математических моделей на макроуровне с использование метода функционально законченных элементов.
26. Способы построения теоретических математических моделей на макроуровне.
27. Основные принципы планирования эксперимента.
28. Построение теоретических математических моделей на макроуровне с использование метода функционально законченных элементов.

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;
- управляемая 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.

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
Методы оптимизации, технические приложения	Технология машиностроения	нет А.В. Петухов