

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

О.Д. Асенчик

(подпись)

(И.О.Фамилия)

02.12. 2020

Регистрационный № УД– 32 – 50 /уч.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники»

Учебная программа составлена на основе: образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 01 01-2019 № 66, учебных планов первой ступени высшего образования ГГТУ им. П.О. Сухого: I 36-1-05/уч. от 06.02.2019, I 36-1-16/уч. от 06.02.2019, I 36-1-09/уч. от 05.02.2020; I 36-1-51/уч. от 05.04.2019; I 36-1-41/уч. от 12.02.2020 по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники»

СОСТАВИТЕЛИ:

В.Б. Попов, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

О.В. Рехлицкий, главный конструктор ОАО «Научно-технический центр комбайностроения».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Сельскохозяйственные машины» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого» (протокол № 2 от « 29 » 09. 2020);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»

(протокол № 11 от « 03 » 11. 2020); УД-079-2/уч

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

(протокол № 1 от « 01 » 10. 2020); УДз-095-2у

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого» (протокол № 2 от « 01 » 12. 2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данная учебная программа разработана для специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» и рекомендуется для использования по дисциплине «Математическое моделирование технических объектов и процессов».

Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование технических объектов и процессов» является изучение методов построения и анализа математических моделей, постановки и решения задач оптимизации в процессе автоматизированного проектирования узлов и агрегатов машин.

Задачи курса:

- изучение общих сведений о моделировании, этапов построения математической модели, математическом моделировании простых дискретных элементов, основ построения теоретической математической модели на макроуровне, оптимизации параметров технических объектов, основ формирования оптимизации параметров технических объектов, основ формирования экспериментальных факторных математических моделей и примеров формирования математической модели для исследования процессов функционирования с/х машин.

Дисциплина «Математическое моделирование технических объектов и процессов» базируется на результатах подготовки по дисциплинам государственного компонента согласно стандарту специальности 1 - 36 12 01.

В учебной программе предусматривается рассмотрение разделов: общие сведения о моделировании технических объектов; математическое моделирование простых дискретных элементов технических объектов; основы построения теоретических математических моделей на макроуровне; оптимизация параметров технических объектов; экспериментальные факторные математические модели. В учебной программе предусматривается курсовая работа, целью которой является расширение и закрепление теоретических знаний по дисциплине «Математическое моделирование технических объектов и процессов», приобретение навыков применения методов для формирования функциональных математических моделей гидромеханических устройств машин с использованием ПЭВМ.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- приемы и способы формализации смысловой постановки задачи моделирования технических объектов;

уметь:

- применять соответствующие вычислительные алгоритмы в основных методах формирования функциональных математических моделей агрегатов и узлов машин;

владеть:

- программным комплексом MathCAD для исследования сложных математических моделей машин и агрегатов, сформированных из компонентов этих моделей.

При изучении дисциплины «Математическое моделирование технических объектов и процессов» формируются следующая компетенция:

-СК-4. Быть способным решать инженерные задачи с использованием современных информационных технологий.

А также развить и закрепить профессиональные компетенции:

- Выявлять естественную сущность проблем, возникающую в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

- Профессионально использовать современную технику, оборудование и приборы;

- Использовать средства автоматизации сельскохозяйственной техники.

- Участвовать во внедрении разработанных технических решений и проектов, в оказании технической помощи и осуществлении авторского надзора при изготовлении, испытаниях и сдаче в эксплуатацию проектируемых изделий, объектов;

- Разрабатывать и реализовывать мероприятия по энергосбережению в сельскохозяйственном производстве;

- Анализировать и оценивать собранные данные и согласовывать представляемые материалы.

- Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная сокращенная.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины «Математическое моделирование технических объектов и процессов» в соответствии с учебными планами по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» для всех форм получения высшего образования составляет: для студентов набора 2018 года 108 часов, для студентов набора 2019-2020 года 120 часов.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам для студентов дневной и заочной сокращенной форм обучения:

Дневная форма обучения	Набор 2018, 2019 и 2020
Курс	3
Семестр	6
Лекции, часов	32
Лабораторная работа, часов	16
Практическая работа, часов	-
Всего аудиторных часов	48
Зачетных единиц всего	3
Курсовая работа, часов/зачетных единиц	40/1
Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:	Экзамен

Заочная сокращенная форма обучения	Набор 2019 и 2020	
Курс	3	
Семестр	5	6
Лекции, часов	6	-
Лабораторная работа, часов		4
Практическая работа, часов	2	-
Всего аудиторных часов	12	
Зачетных единиц всего	3	
Курсовая работа, часов/зачетных единиц	-	40/1
Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:	-	Экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Общие сведения о моделировании технических объектов.

1.1 Математические модели в инженерных дисциплинах.

Изучение закономерностей, протекающих в технических объектах процессов. Режимы функционирования технических объектов. Формализованное описание технических объектов. Классификация математических моделей.

1.2 Математическое моделирование механических систем при плоском движении твердых тел.

Преобразование 3D схемы механизма в плоский аналог. Структурирование 2D схемы, использование метода замкнутых векторных контуров. Формализованное описание механизма навески универсального энергетического средства и механизма вывешивания адаптера.

2. Математическое моделирование простых дискретных элементов технических объектов.

2.1 Математические модели технических объектов на макроуровне.

Иерархия математических моделей. Этапы формирования функциональной математической модели.

2.2 Компонентные и топологические уравнения.

Механическая, электрическая, гидropневматическая, тепловая подсистемы. Электро-гидро-механические аналогии.

3. Основы построения теоретических математических моделей на макроуровне.

3.1 Методы, формы представления и описания теоретических математических моделей.

Теоретические и экспериментальные методы. Формальное представление структуры объекта на макроуровне. Графы и эквивалентные схемы.

3.2 Применение уравнения Лагранжа II рода для моделирования динамических процессов в техническом объекте.

Уравнения Лагранжа II рода. Процедура получения математической модели на основе уравнений Лагранжа второго рода для нагруженного гидропривода подъемно-навесного устройства.

3.3 Анализ динамической модели

Общие сведения о динамических моделях. Формализованное описание двухмассовой динамической модели. Коэффициент динамичности, резонанс, формы колебаний.

3.4 Упрощение динамической модели технического объекта на макроуровне

Приведение динамической модели. Использование метода парциальных частот. Проверка возможности дальнейшего упрощения динамической модели.

4. Оптимизация параметров технических объектов.

4.1 Основные понятия и определения параметрической оптимизации технических объектов.

Функциональные связи между выходными и внутренними параметрами технического объекта. Понятие экстремума функции (или функционала). По-

нения критерий оптимальности (показатель качества), управляемый параметр, функциональное ограничение. Предъявляемые к ним требования.

4.2 Постановка задачи параметрической оптимизации технического объекта.

Выбор критериев оптимальности и управляемых параметров. Определение функциональных ограничений. Выбор метода оптимизации. Построение алгоритма решения задачи.

5. Экспериментальные факторные математические модели.

5.1 Особенности экспериментальных факторных математических моделей. Основы регрессивного анализа.

Представление объекта моделирования в виде “черного ящика”. Характер переменных (факторов): управляемые, контролируемые, неуправляемые, неконтролируемые. Структура регрессионной модели. Эксперимент и опыт. Активный и пассивный эксперименты. Этапы и постулаты регрессионного анализа.

5.2 Основные принципы планирования эксперимента. Планы экспериментов и их свойства.

Принципы планирования активных вычислительных экспериментов. Свойства планов эксперимента. План однофакторного эксперимента. Планы полного и дробного факторных экспериментов

5.3 Статистический анализ результатов активного эксперимента. Проверка адекватности и работоспособности регрессивной модели.

Оценка результатов эксперимента на пригодность для построения регрессионной модели. Определение ошибок параллельных опытов. Отсевание грубых ошибок. Проверка однородности дисперсий и дисперсии воспроизводимости эксперимента.

5.4 Регрессивный анализ результатов вычислительного эксперимента по детерминированной теоретической математической модели.

Статистический анализ результатов эксперимента. Получение коэффициентов регрессии и проверка их значимости. Проверка пригодности полученного уравнения регрессии. Оценка адекватности и работоспособности ЭФМ.

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Главная цель курсовой работы - приобретение практических навыков самостоятельного построения математических моделей формализованных процедур, формирование функциональной математической модели процесса подъема сельскохозяйственной машины при помощи механизма навески подъемно-навесного устройства мобильного энергосредства на основе построения теоретической математической модели на макроуровне и анализа примеров формирования математической модели для исследования процессов функционирования сельскохозяйственных машин.

Курсовая работа углубляет и закрепляет полученные теоретические знания и практические навыки, помогает самостоятельно использовать справочные материалы, периодическую отечественную и зарубежную научно-техническую литературу и т.п.

Примерный объем курсовой работы по дисциплине «Математическое моделирование технических объектов и процессов» составляет: пояснительная записка – от 30-35 страниц формата А4, графическая часть – 1 лист формата А1. Общее количество часов, отводимое на курсовую работу в соответствии с учебным планом университета по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» составляет 40 часов, трудоемкость - 1 з.е.

Примерный перечень тем курсовых работ

1. Формирование функциональной математической модели процесса подъема КПП-9 при помощи подъемно-навесного устройства (ПНУ) УЭС-350;
2. Формирование функциональной математической модели процесса подъема комбайна «Полесье-1400» при помощи ПНУ трактора ЛТЗ-95;
3. Формирование функциональной математической модели процесса подъема комбайна «Полесье-1400» при помощи ПНУ трактора МТЗ-100;
4. Формирование функциональной математической модели процесса подъема КСН-6-3 при помощи ПНУ УЭС-2280;
5. Формирование функциональной математической модели процесса подъема комбайна «Полесье-2100» при помощи ПНУ трактора МТЗ-80;
6. Формирование функциональной математической модели процесса подъема КСН-6 при помощи ПНУ УЭС-2-250А;
7. Формирование функциональной математической модели процесса подъема КЗР-12 при помощи ПНУ УЭС-2-280А;
8. Формирование функциональной математической модели процесса подъема КСН-6 при помощи ПНУ трактора ЛТЗ-155;
9. Формирование функциональной математической модели процесса подъема КПП-9 при помощи ПНУ трактора «Белорус 3022»;
10. Формирование функциональной математической модели процесса подъема «Полесье-2100» при помощи ПНУ трактора ЛТЗ-145.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
Дневная форма получения образования (набор 2018, 2019, 2020)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное	
6 СЕМЕСТР		32	-	16		Экзамен
1.	Общие сведения о моделировании технических объектов.	6		4		Защита лабораторных работ
1.1	Математические модели в инженерных дисциплинах.	2				
1.2	Математическое моделирование механических систем при плоском движении твердых тел.	4		4		Защита лабораторных работ
2.	Математическое моделирование простых дискретных элементов технических объектов.	4		2		Защита лабораторных работ
2.1	Математические модели технических объектов на макроуровне.	2		2		Защита лабораторных работ
2.2	Комплексные и топологические уравнения.	2				
3.	Основы построения теоретических математических моделей на макроуровне.	8		4		Защита лабораторных работ
3.1	Методы, формы представления и описания теоретических математических моделей.	2				
3.2	Применение уравнения Лагранжа II рода для моделирования динамических процессов в технических объектах.	2		2		Защита лабораторных работ
3.3	Анализ динамической модели	2				
3.4	Упрощение динамической модели технического объекта на макроуровне	2		2		Защита лабораторных работ

4.	Оптимизация параметров технических объектов.	4		2		Защита лабораторных работ
4.1	Основные понятия и определения параметрической оптимизации технических объектов.	2		2		Защита лабораторных работ
4.2	Постановка задачи параметрической оптимизации технического объекта.	2				
5.	Экспериментальные факторные математические модели.	10		4		Защита лабораторных работ
5.1	Особенности экспериментальных факторных математических моделей. Основы регрессионного анализа.	2		2		Защита лабораторных работ
5.2	Основные принципы планирования эксперимента. Планы экспериментов и их свойства.	4				
5.3	Статистический анализ результатов активного эксперимента. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели.	2		2		Защита лабораторных работ
5.4	Регрессионный анализ результатов вычислительного эксперимента по детерминированной теоретической математической модели.	2				

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
 Заочная сокращенная форма получения образования (набор 2019, 2020)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное	
5 СЕМЕСТР		6	2			
6 СЕМЕСТР				4		Экзамен
1.	Общие сведения о моделировании технических объектов.	3	2	4		Защита лабораторных и практических работ
1.1	Математические модели в инженерных дисциплинах.	1				Устный опрос
1.2	Математическое моделирование механических систем при плоском движении твердых тел.	2	2	4		Защита лабораторных и практических работ
2.	Математическое моделирование простых дискретных элементов технических объектов.					
2.1	Математические модели технических объектов на макроуровне.					
2.2	Комплексные и топологические уравнения.					
3.	Основы построения теоретических математических моделей на макроуровне.	1				Устный опрос
3.1	Методы, формы представления и описания теоретических математических моделей.					
3.2	Применение уравнения Лагранжа II рода для моделирования динамических процессов в технических объектах.	1				Устный опрос
3.3	Анализ динамической модели					
3.4	Упрощение динамической модели технического объекта на макроуровне					
4.	Оптимизация параметров технических объектов.	1				Устный опрос
4.1	Основные понятия и определения параметрической оптимизации технических объектов.					

4.2	Постановка задачи параметрической оптимизации технического объекта.	1				Устный опрос
5.	Экспериментальные факторные математические модели.	1				Устный опрос
5.1	Особенности экспериментальных факторных математических моделей. Основы регрессионного анализа.	1				Устный опрос
5.2	Основные принципы планирования эксперимента. Планы экспериментов и их свойства.					
5.3	Статистический анализ результатов активного эксперимента. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели.					
5.4	Регрессионный анализ результатов вычислительного эксперимента по детерминированной теоретической математической модели.					

ИНФОРМАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. - 496 с.
2. Леонов А.Н., Основы научных исследований и моделирования: учебно-методический комплекс / Леонов А.Н., М.М., Дечко, В.Б. Ловкис. – Минск: БГАТУ, 2010. - 276с.
3. Молибошко Л.А. Компьютерное моделирование автомобилей: учеб. пособие / Л.А. Молибошко. – Минск, ИВЦ Минфина, 2007. – 280 с. ил.

Дополнительная литература

4. Дворецкий С.И. Моделирование систем: учебник для студ. Высш. Учеб. заведений / С.И. Дворецкий, Ю.Л. Муромцев, В.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе. – М.: ИЦ «Академия», 2009. – 320 с.
5. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2016. — 271 с. : схем., ил. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>.
6. Захаров, Ю. В. Математическое моделирование технологических систем : учебное пособие / Ю. В. Захаров ; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. — 84 с. : ил. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477400>.
7. Кудряшов, В. С. Моделирование систем : учебное пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. — 208 с. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141980>.
8. Лисицин, Д. В. Методы построения регрессионных моделей : учебное пособие / Д. В. Лисицин ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 77 с. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228876>.
9. Литовка, Ю. В. Получение оптимальных проектных решений и их анализ с использованием математических моделей : учебное пособие / Ю. В. Литовка ; Тамбовский государственный технический университет. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012.— 161 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277816>.
10. Моисеев, Н. Г. Теория планирования и обработки эксперимента : учебное пособие / Н. Г. Моисеев, Ю. В. Захаров ; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2018. — 124 с. : ил. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494313>.

11. Павлов, В. П. Автоматизация моделирования мехатронных систем транспортно-технологических машин : учебное пособие / В. П. Павлов, А. Ю. Ахпашев ; Сибирский федеральный университет. — Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. — 143 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497445>.
12. Поздеев, А. Г. Основы математического моделирования : практикум / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова ; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. — 92 с. : граф., табл., ил. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483708>.
13. Родионов, Ю. В. Основы математического моделирования: учебное электронное издание / Ю. В. Родионов, А. Д. Нахман ; Тамбовский государственный технический университет. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. — 111 с. : табл., граф. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570456>.

Учебно-методические материалы

14. Практическое руководство "Математическое моделирование" к выполнению курсовых работ по одноименной дисциплине для студентов спец. 1-36 12 01 "Проектирование и производство с.-х. техники" (Т.05.09.02 "Сельскохозяйственные машины") дневной и заочной форм обучения / В. Б. Попов; кафедра "Сельскохозяйственные машины". - Гомель: ГГТУ, 2005. - 78 с.
15. Математическое моделирование: курс лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-36 12 01 "Проектирование и производство с/х техники" дневной и заочной форм обучения / В. Б. Попов; кафедра "Сельскохозяйственные машины". - Гомель: ГГТУ, 2007. - 121 с.
16. Математическое моделирование: пособие по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 12 01 "Проектирование и производство сельскохозяйственной техники" дневной и заочной форм обучения / В. Б. Попов; кафедра "Сельскохозяйственные машины". - Гомель: ГГТУ, 2007. - 166 с.
17. Математическое моделирование: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 12 01 "Проектирование и производство с/х техники" дневной и заочной форм обучения / В. Б. Попов; каф. "Сельскохозяйственные машины". - Гомель: ГГТУ, 2009. - 43 с.

Электронные учебно-методические комплексы

18. Попов, В. Б. Математическое моделирование технических объектов и процессов: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В. Б. Попов. - Гомель: ГГТУ, 2011. Режим доступа <https://elib.gstu.by>.

Самостоятельная работа студентов

При изучении дисциплины рекомендуется не все вопросы программы выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения рекомендуется включать в перечень вопросов к экзамену.

Для организации управляемой самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего контроля знаний в форме устного опроса по разделам курса (модулям):

- общие сведения о моделировании технических объектов;
- математическое моделирование простых дискретных элементов технических объектов;
- основы построения теоретических математических моделей на макроуровне;
- оптимизация параметров технических объектов;
- экспериментальные факторные математические модели.

Диагностика компетенций студента

Учебным планом по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» предусмотрен экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене, который проводится в письменной форме.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

Устная форма:

- выборочный устный (блиц) опрос по пройденной теме;
- проведение бесед по отдельным разделам дисциплины.

Устно-письменная форма:

- экзамен;
- курсовая работа.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

- Математическое моделирование подъема жатки;
- Математическое моделирование копирования опорной поверхности адаптером комбайна;
- Определение параметров звеньев, приведение и упрощение динамической модели;
- Формирование математической модели нагруженного гидропривода подъемно-навесного устройства;
- Параметрическая оптимизация механизма подъема секции косилки-плю-

щилки ротационной;

- Математическое моделирование транспортного переезда универсального энергетического средства;
- Обработка данных стохастического эксперимента (одна выборка, две выборки);
- Однофакторный эксперимент. Формирование уравнений регрессии первого и второго порядка;
- Многофакторный эксперимент. Использование центрального факторного эксперимента;
- Многофакторный эксперимент. Использование центрального дробного факторного эксперимента;
- Поиск экстремума по методу крутого восхождения (спуска).

Примерный перечень тем практических занятий

- Математическое моделирование механических систем при плоском движении твердых тел.

Примерный перечень материалов и технических средств обучения

- Презентации, видеоматериалы по темам.

Описание инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

Основные методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам дисциплины:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

В соответствии с п. 17 Положения «О текущей аттестации» от 11.11.2013 № 29 студенты допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине «Математическое моделирование технических объектов и процессов» при условии выполнения ими всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и настоящей учебной программой.

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).

**Примерный перечень вопросов
для самостоятельной работы студентов**

1. Изучение закономерностей, протекающих в технических объектах процессов. Режимы функционирования технических объектов.
2. Формализованное описание технических объектов.
3. Классификация математических моделей.
4. Преобразование 3D схемы механизма в плоский аналог.
5. Структурирование 2D схемы, использование метода замкнутых векторных контуров.
6. Формализованное описание механизма навески универсального энергетического средства и механизма вывешивания адаптера.
7. Иерархия математических моделей.
8. Этапы формирования функциональной математической модели.
8. Механическая, электрическая, гидropневматическая, тепловая подсистемы.
9. Электро-гидро-механические аналогии.
10. Методы, формы представления и описания теоретических математических моделей.
11. Теоретические и экспериментальные методы. Формальное представление структуры объекта на макроуровне.
12. Графы и эквивалентные схемы.
13. Уравнения Лагранжа II рода.
14. Процедура получения математической модели на основе уравнений Лагранжа второго рода для нагруженного гидропривода подъемно-навесного устройства.
15. Общие сведения о динамических моделях.
16. Формализованное описание двухмассовой динамической модели.
17. Коэффициент динамичности, резонанс, формы колебаний.
18. Приведение динамической модели. Использование метода парциальных частот.
19. Проверка возможности дальнейшего упрощения динамической модели.
20. Функциональные связи между выходными и внутренними параметрами технического объекта.
21. Понятие экстремума функции (или функционала). Понятия критерий оптимальности (показатель качества), управляемый параметр, функциональное ограничение.
22. Требования предъявляемые к критериям оптимальности, управляемым параметрам и функциональным ограничениям.
23. Выбор критериев оптимальности и управляемых параметров. Определение функциональных ограничений.
24. Выбор метода оптимизации.
25. Построение алгоритма решения задачи.
26. Представление объекта моделирования в виде “черного ящика”. Характер переменных (факторов): управляемые, контролируемые, неуправляемые, неконтролируемые.

27. Структура регрессионной модели. Эксперимент и опыт.
28. Активный и пассивный эксперименты.
29. Этапы и постулаты регрессионного анализа.
30. Принципы планирования активных вычислительных экспериментов.
31. Свойства планов эксперимента. План однофакторного эксперимента.
32. Планы полного факторного эксперимента.
33. Планы дробного факторного эксперимента.
34. Оценка результатов эксперимента на пригодность для построения регрессионной модели.
35. Определение ошибок параллельных опытов. Отсеивание грубых ошибок.
36. Проверка однородности дисперсий и дисперсии воспроизводимости эксперимента.
37. Статистический анализ результатов эксперимента.
38. Получение коэффициентов регрессии и проверка их значимости.
39. Проверка пригодности полученного уравнения регрессии.
40. Оценка адекватности и работоспособности ЭФМ.

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)
Гидропривод мобильных машин	СХМ	Нет <hr style="width: 10%; margin-left: 0;"/> (подпись)	В.Б. Попов (ФИО)