

Лабораторная работа № 3

Исследование характеристик двигателя постоянного тока с широтно-импульсным регулированием

Цель лабораторной работы: изучение особенностей функционирования широтно-импульсного преобразователя, механических характеристик и переходных процессов двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при импульсном регулировании частоты вращения.

Задачи лабораторной работы:

- исследование характеристик широтно-импульсного преобразователя;
- изучение характера переходных процессов в двигателе постоянного тока (ДПТ) с независимым возбуждением при широтно-импульсном регулировании;
- определение механической характеристики ДПТ при широтно-импульсном регулировании напряжения, подаваемого на якорную цепь двигателя;

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Запустите *Matlab* и откройте окно для создания модели *Simulink*. Используйте открывшееся пустое окно, обозначенное *untitled*, как заготовку для создания новой модели. Присвойте имя программной модели и сохраните ее в памяти компьютера в каталоге, указанном преподавателем.
2. Соберите представленную на рис.1 схему моделирования процесса широтно-импульсного регулирования тока в якорной цепи двигателя постоянного тока при неподвижном вале двигателя. Для этого воспользуйтесь моделью широтно-импульсного преобразователя - PWM.mdl, находящейся в папке, указанной преподавателем.

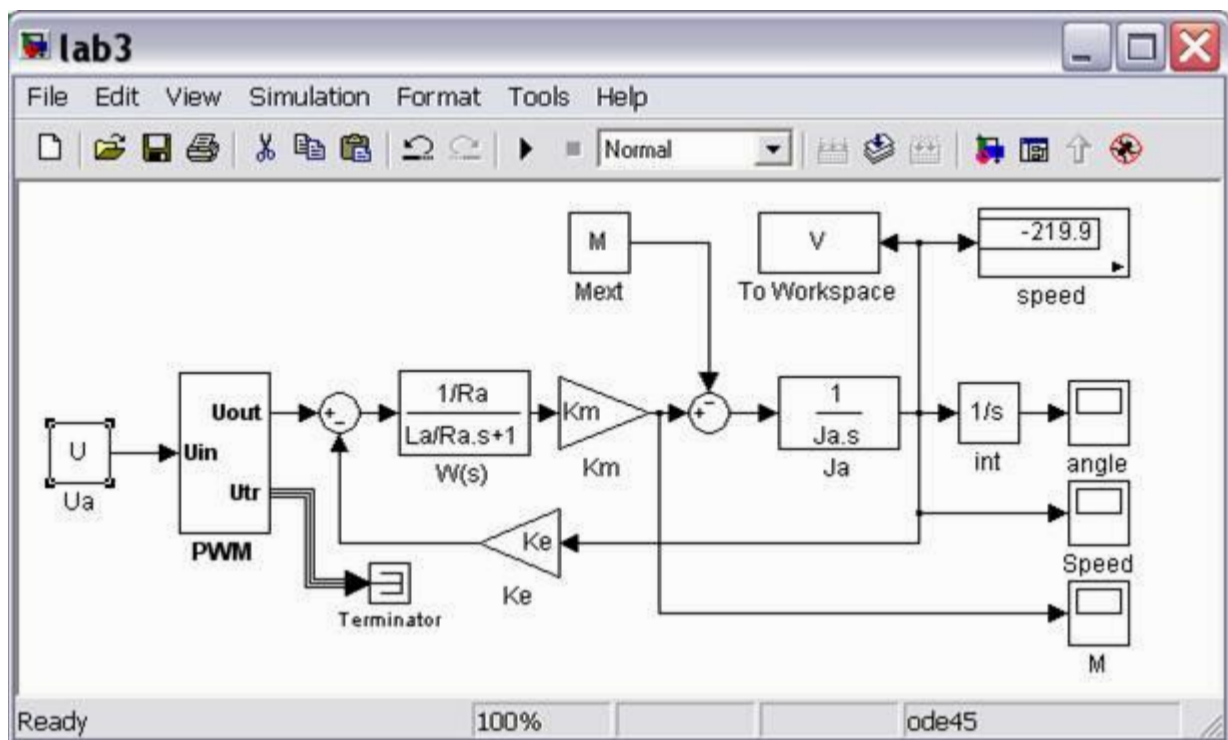


Рис.1

На рис.2 показана структура субмодели широтно-импульсного преобразователя - PWM.mdl.

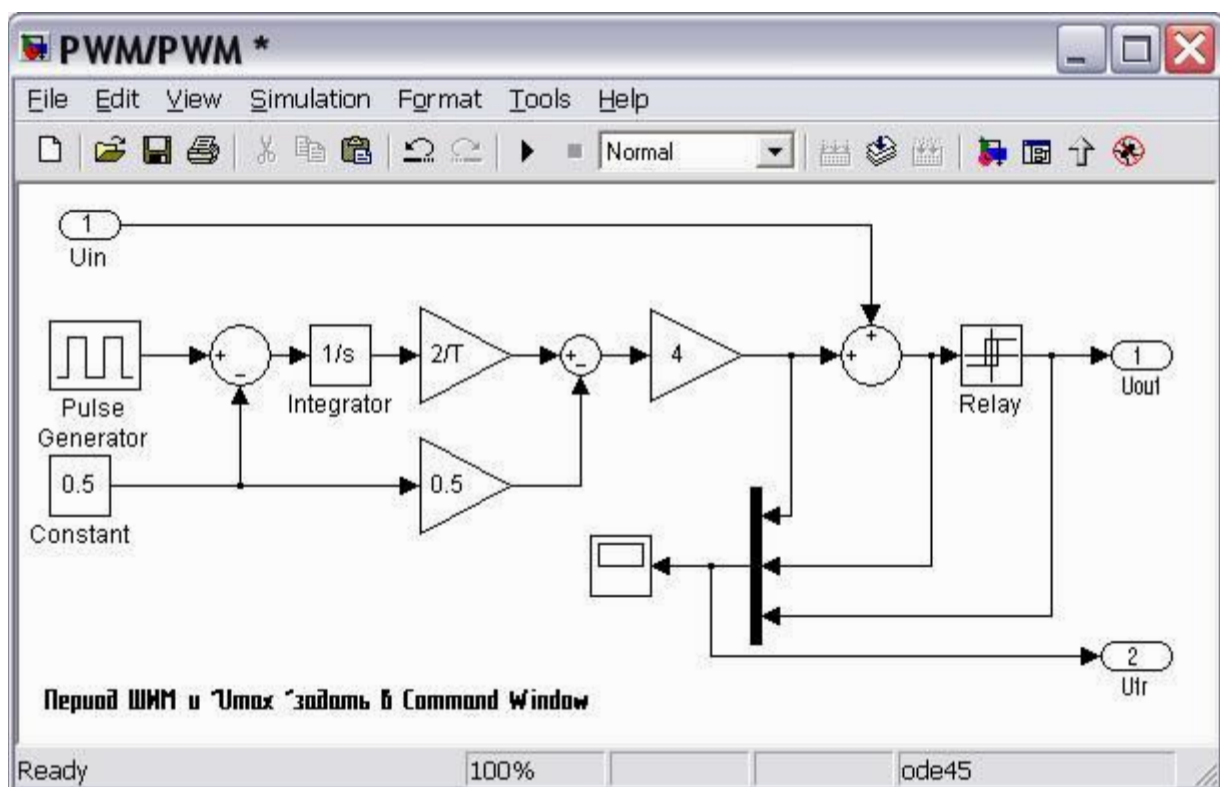


Рис.2

Для правильной работы субмодели PWM необходимо задать период опорной частоты T_s и амплитуду импульсов напряжения подаваемого на якорь ДПТ - U_{max}, V . Это удобно сделать на рабочем пространстве, задав значения переменных, например:

$$T=0.001;$$

$$U_{max}=24;$$

3. Задайте значение периода следования прямоугольных импульсов генератора, соответствующее частоте ШИМ, равной 1kHz.

Входное воздействие U_{in} влияет на среднее значение выходного напряжения. В свою очередь, оно влияет на средний ток якоря.

Диапазон изменения входного напряжения $-1V \div 1V$.

В качестве примера использована модель якорной цепи ДПТ в виде апериодического звена с коэффициентом передачи, равным 1, что соответствует $R_{я}=1\Omega$, и с электромагнитной постоянной времени, $T_{\gamma}=2ms$.

4. Исследуйте процессы, в моделируемой системе при $T=0.001$, $U_{max}=4V$ и $U_{in}=0.5V$.

С учетом скорости протекающих процессов время моделирования следует задавать 0,02с.

5. Зафиксируйте и объясните характер сигналов на выходе ШИП, тока якоря и пилообразного напряжения.
6. Проведите серию экспериментов, задавая частоту ШИМ, равной 0,5 1, 2, 5, 10 и 20kHz. Постройте график влияния частоты ШИМ на величину пульсаций тока якоря.
7. Постройте статическую характеристику ШИП при частоте ШИМ 1кГц и $U_{max}=24V$, как отношение среднего значения выходного напряжения преобразователя к входному воздействию U_{in} . Определите коэффициент передачи ШИП:

U_{BX}	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5
$i_{a,уст}$							
$U_{ВЫХ}$							

Примечание: Поскольку якорная цепь фильтрует высокочастотные составляющих выходного напряжения, удобно измерять не выходное напряжение, а установившееся значение тока якоря.

8. Определите зависимость относительной длительности импульсов выходного напряжения γ от величины входного сигнала U_{in} . Постройте характеристику ШИП как зависимость среднего значения выходного напряжения от параметра γ . Сравните полученные характеристики.

U_{BX}	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5
γ							

9. Соберите модель ДПТ с ШИП, представленную на рис.3. Используйте для этого модель ДПТ, полученную при выполнении лабораторной работы №2.

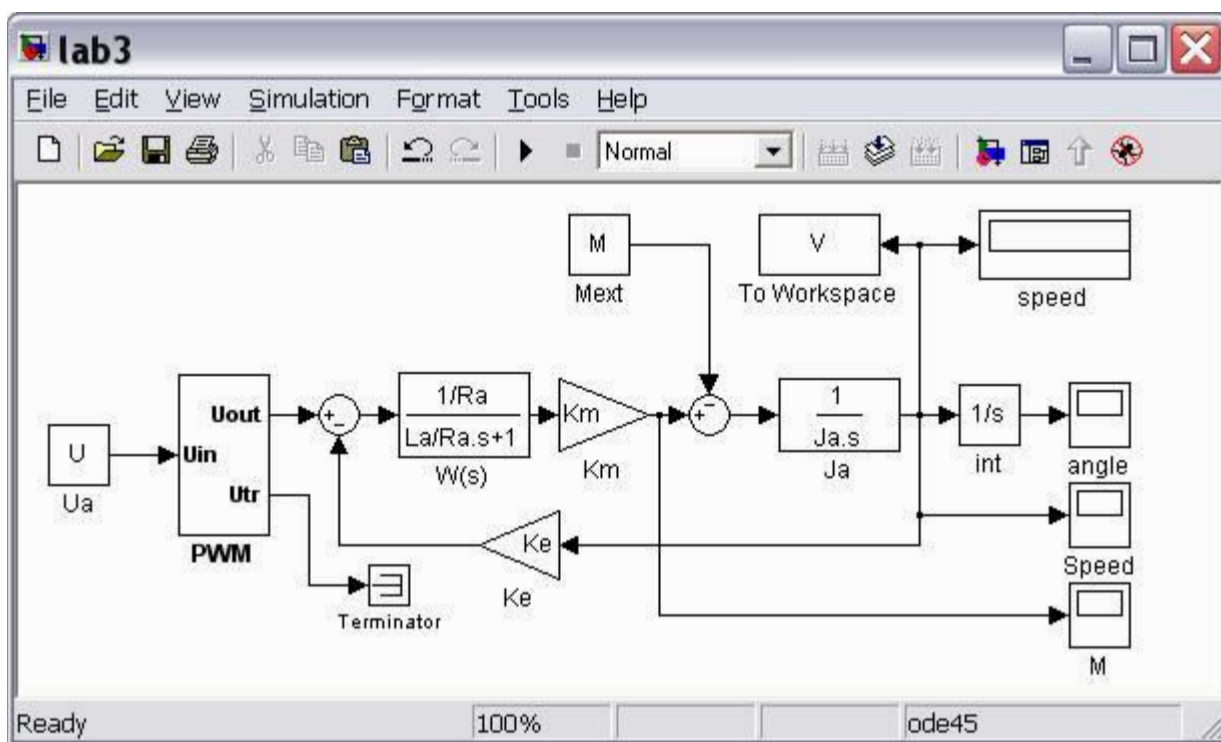


Рис. 3

Введите в окне **Command Window** значения параметров ДПТ для **ВАШЕГО ВАРИАНТА** в соответствии с табл.1.

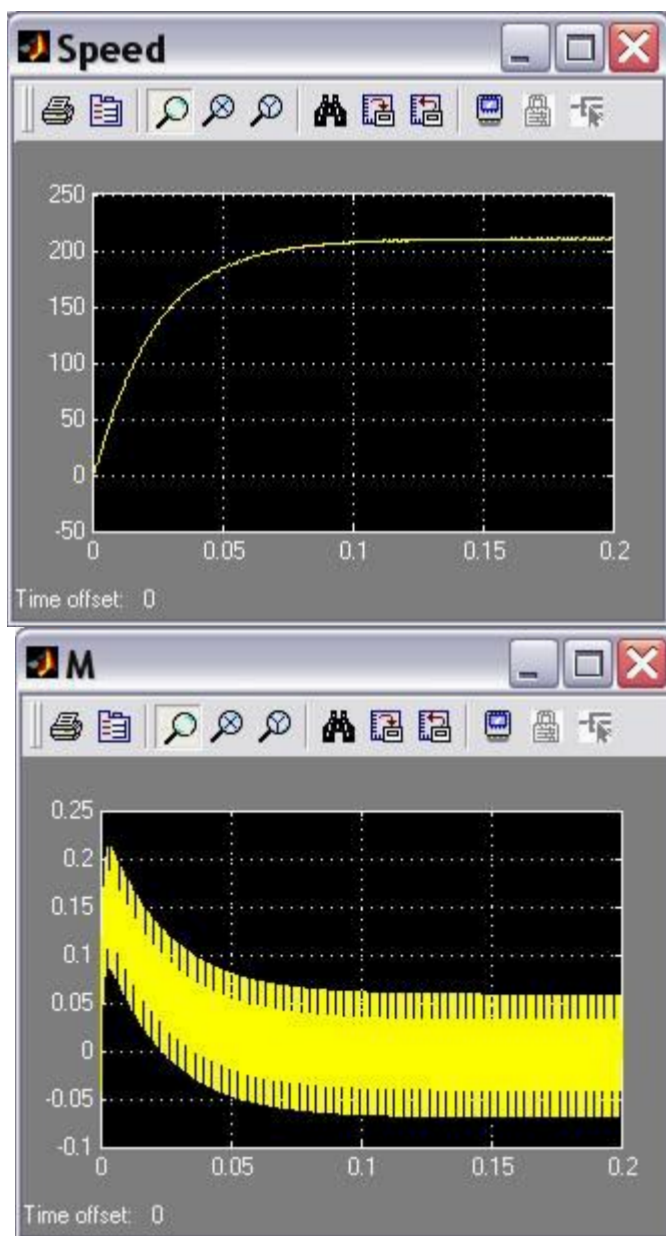
```
clear           % Очистка Workspase
Ra=4.0;        % Активное сопротивление обмотки якоря
La=0.004;      % Индуктивность обмотки якоря
Ja=0.00002;    % Момент инерции ротора
Km=0.057;      % Коментный коэффициент двигателя
Ke=0.057;      % Коэффициент противоЭДС
Unom=24;       % Номинальное напряжение двигателя
Umax=Unom;     % Напряжение источника энергии
```

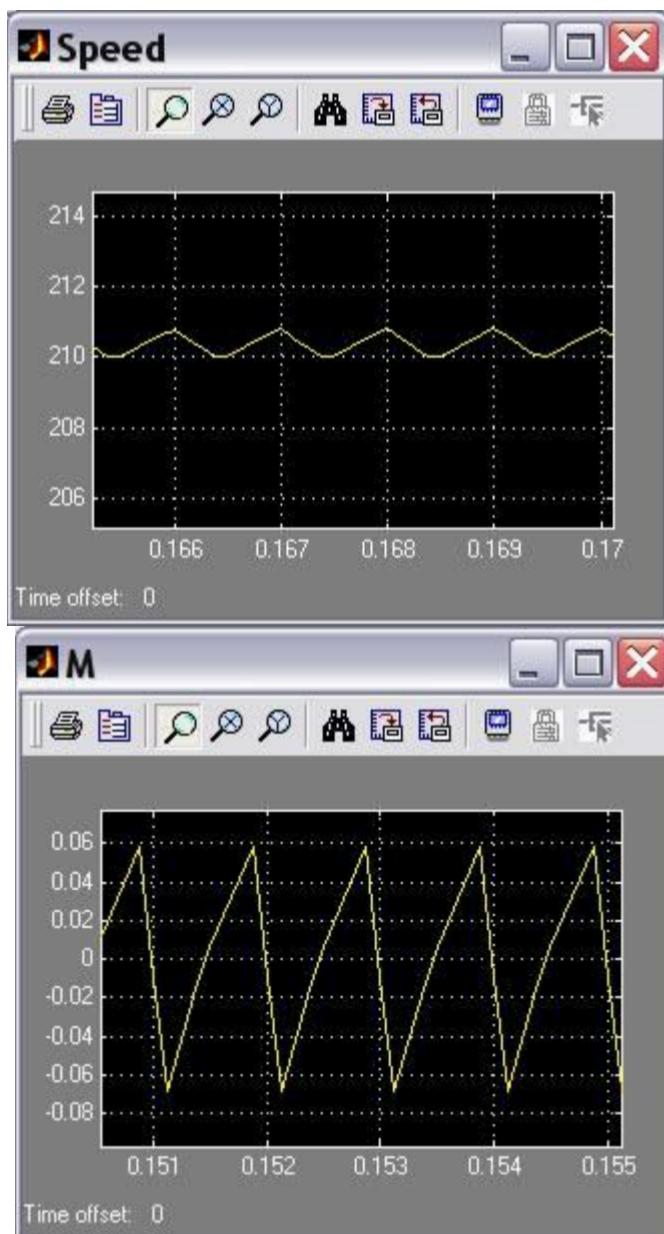
Таблица 1

Двигатель	$U_{ном}$	$n_{ном}$	$I_{ном}$	$R_{яв}$	T_s	$J_{об}$	k_e
	В	об/мин	А	Ом	мс	кгм ²	Вс/рад
ДПР62Н1-02	27	6000	0,72	4	1	$3,60 \cdot 10^{-6}$	0,043
ДПР72Н1-07	12	4500	2,20	0,56	0,65	$7,80 \cdot 10^{-6}$	0,025
ПЯ250Ф	36	3000	9,50	1	1	$2,92 \cdot 10^{-4}$	0,115
ДПУ200	92	3000	7,40	1,53	1,1	$7,80 \cdot 10^{-4}$	0,293
ДП40-50-4-24-Р10-Д41	24	4000	2,30	1,6	1	$1,25 \cdot 10^{-5}$	0,043
ДП50-60-4-24-Р10-Д41	24	4000	5,30	0,28	1,5	$6,08 \cdot 10^{-5}$	0,043

10. Проведите исследование характера изменения угловой скорости вала двигателя и тока якоря при частоте ШИМ 1кГц, входном воздействии, равном 0,5V, и нулевом значении момента внешних сил. Зафиксируйте и объясните результаты.

Время моделирования выбирается таким, чтобы успел завершиться процесс набора скорости.





11. Определите по полученным графикам и зафиксируйте в отчете время переходного процесса $T_{\text{п}}$ и среднее значение установившейся скорости двигателя, амплитуду пульсаций скорости и момента, величину перерегулирования σ . Сопоставьте установившееся среднее значение скорости вала двигателя со значением, которое ожидается на основании теоретических положений.
12. Определите экспериментально, как влияет нагрузочный момент на величину пульсаций скорости и момента при $U_{\text{max}}=U_{\text{nom}}$, $U_{\text{вх}}=1$.

M	0	$0.25M_{\text{п}}$	$0.5M_{\text{п}}$	$0.75M_{\text{п}}$	$M_{\text{п}}$
$\Delta\omega(\infty)$					
$\Delta M(\infty)$					

13. Определите механическую и регулировочную характеристики ДПТ при широтно-импульсном регулировании частоты вращения вала двигателя. Для этого проведите

серию вычислительных экспериментов при частоте ШИМ 1кГц, при следующих комбинациях значений $U_{вх}$ и $M_{вн}$:

	-1.25	-1	-0.75	-0.5	-0.25	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25
$-1,5M_n$											
$-M_n$											
$-0,5M_n$											
0											
$0,5M_n$											
M_n											
$1,5M_n$											

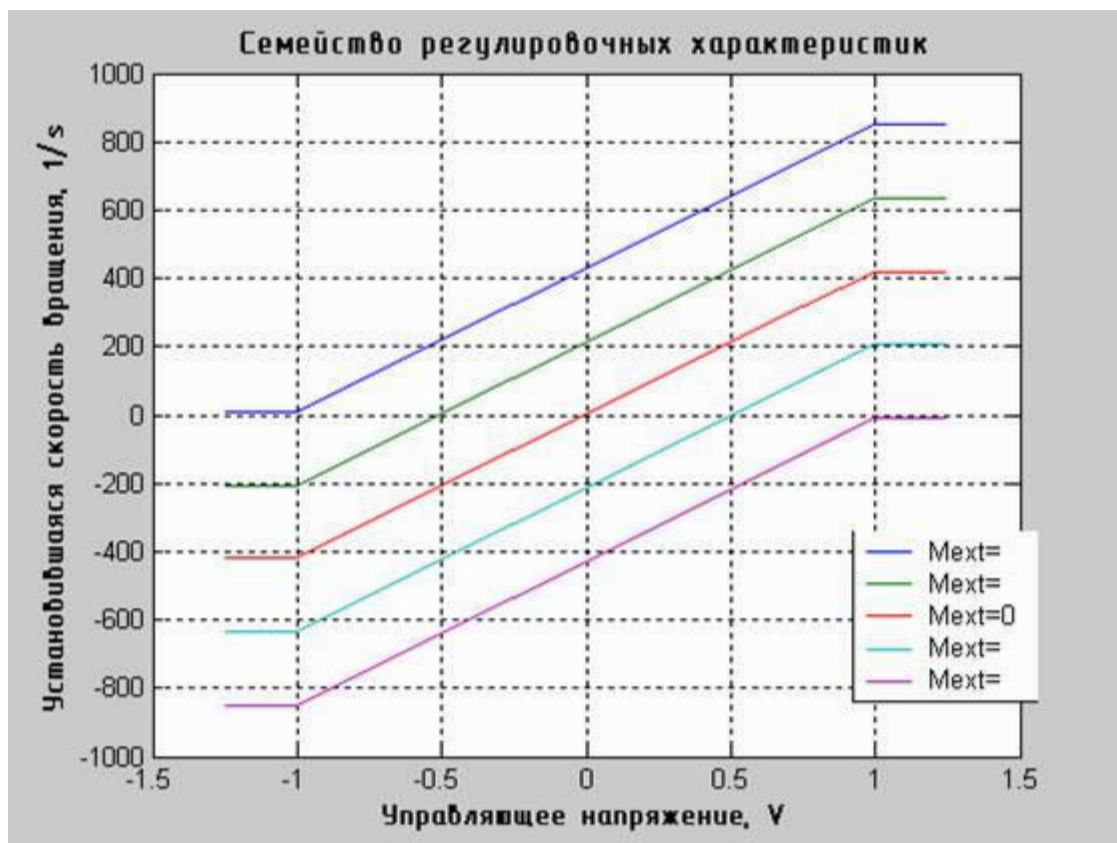
где M_n - расчетное значение пускового момента двигателя.

Для этого можно воспользоваться программой,
подставив параметры для **ВАШЕГО ВАРИАНТА**:

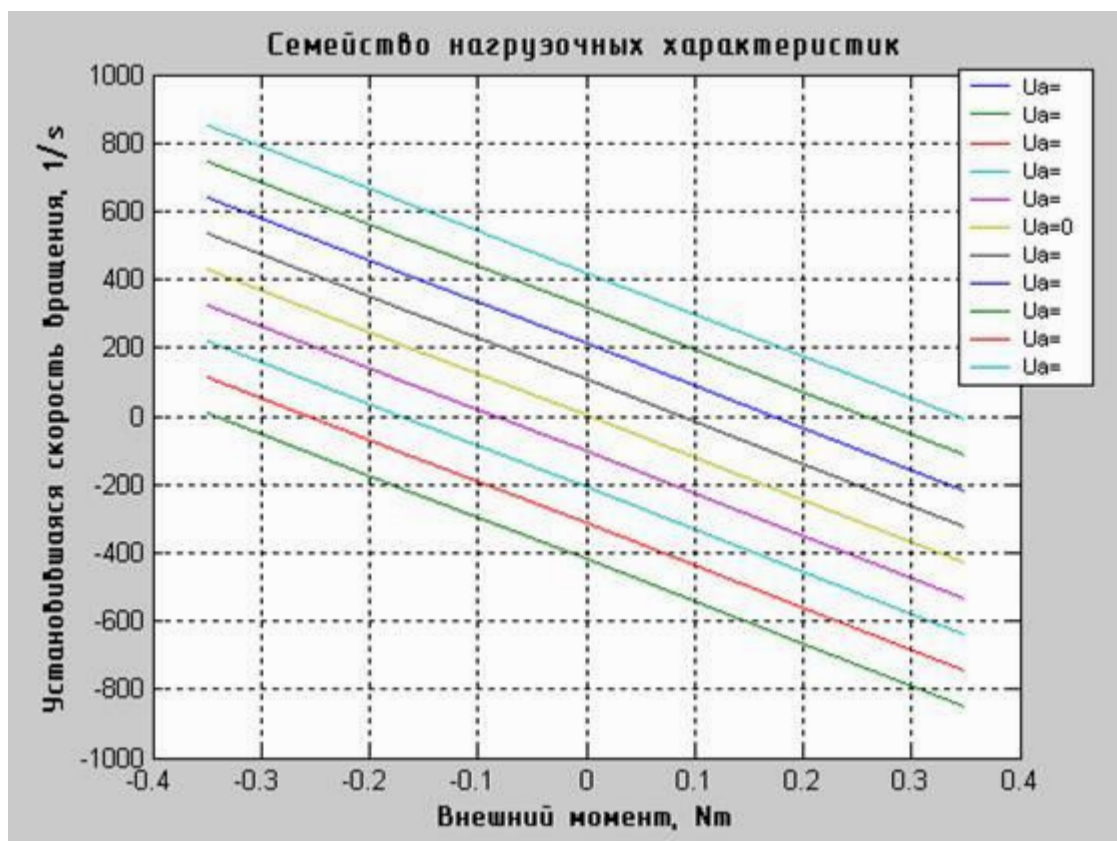
```
clear           % Очистка Workspase
T=0.001         % Период ШИМ
Ra=4.0;         % Активное сопротивление обмотки якоря
La=0.004;       % Индуктивность обмотки якоря
Ja=0.00002;     % Момент инерции ротора
Km=0.057;       % Моментный коэффициент двигателя
Ke=0.057;       % Коэффициент противоЭДС
Unom=24;        % Номинальное напряжение двигателя
Umax=Unom;      % Напряжение источника энергии
Mnom=0.35;      % Номинальный момент двигателя
Nu=11;         % Число точек  $U_{in}$ , нечетное
Nm=5;          % Число точек  $M_{вн}$ , нечетное

% Выполнение расчетов
for j=1:Nu,           % Цикл изменения  $Uя$ 
    j1=j-(Nu+1)/2;
    U=1.25*2*j1/(Nu-1); U1(j)=U;
    for i=1:Nm,       % Цикл изменения  $M_{вн}$ 
        i1=i-(Nm+1)/2;
        M=Mnom*2*i1/(Nm-1); M1(i)=M;
        sim('lab3.mdl',0.20),
        n=size(V);    % Размерность вектора
        Au(j,i)=V(n(1)), % Заполнение массива
        Am(i,j)=V(n(1)), % Заполнение массива
    end
end

% Вывод графика "Семейство регулировочных характеристик"
figure(1); set(1,'Name','Семейство регулировочных характеристик');
plot (U1,Au); GRID;
title ('Семейство регулировочных характеристик')
xlabel('Управляющее напряжение, V')
ylabel('Установившаяся скорость вращения, 1/s')
legend('Mext=', 'Mext=', 'Mext=0', 'Mext=', 'Mext=')
```

```
% Вывод графика "Семейство нагрузочных характеристик"
figure(2); set(2,'Name','Семейство нагрузочных характеристик');
plot (M1,Am); GRID;
title ('Семейство нагрузочных характеристик')
xlabel('Внешний момент, Nm')
ylabel('Установившаяся скорость вращения, 1/s')
legend('Ua=', 'Ua=', 'Ua=', 'Ua=', 'Ua=', 'Ua=0', 'Ua=', 'Ua=', 'Ua=', 'Ua=', 'Ua=')
```



14. Сделайте выводы по результатам построения механической и регулировочной характеристик ДПТ при импульсном регулировании.
15. Оформите отчет, в который включите схемы моделирования, исходные данные, все полученные числовые оценки, графики процессов и выводы по результатам проведенной лабораторной работы. Объясните работу модели ШИП.