

Плешкова Татьяна Михайловна

преподаватель дисциплины «Электрические машины»

Государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования города Москвы «Московский авиационный техникум имени Н.Н. Годовикова»

г. Москва

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:
«РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА
НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ПРИ ПИТАНИИ ОТ 4К УВ»**

Дисциплина: «Электрические машины»

**Специальность: 220703 «Автоматизация технологических процессов и
производств (по отраслям)»**

Методическая разработка учебного занятия

Учебная дисциплина: «Электрические машины»

Специальность: 220703 «Автоматизация технологических процессов и
производств (по отраслям)» Курс 3

Тема занятия: Регулирование скорости двигателя постоянного тока
независимого возбуждения при питании от 4К УВ.

Вид занятия: Лабораторная работа

Тип занятия: Формирование новых знаний, умений, навыков.

Продолжительность занятия: 90 минут

Место проведения занятия: Лаборатория «Электротехника»

Цели занятия:

Образовательная: Ознакомление со способами регулирования скорости ДПТ изменением напряжения обмотки якоря при питании от реверсивного 4К УВ.

Изучаются механические характеристики и форма кривой напряжения и тока при различных сигналах задания.

Воспитательная: Формирование интереса к предмету у студентов. Использование знаний и навыков, полученных при работе на стендах и с оборудованием для дальнейшей работы на предприятиях.

Оборудование: стенды, плакаты, схемы.

Развивающая: Стимулирование потенциала у студентов на приобретение новых знаний.

Междисциплинарные связи: связь с дисциплинами: «Монтаж, наладка и эксплуатация САУ», «Приводы автоматизированных систем», «Электротехника».

Учебное оборудование (оснащение) занятия:

1. Испытуемый двигатель ДПТ с НВ.
2. Нагрузочная машина ГПТ с НВ.
3. Источник питания якорной обмотки ИД(4К УВ).
4. Источник питания якорной обмотки нагрузителя (4К РН).
5. Источник питания обмоток возбуждения ИД и нагрузителя.
6. Датчики момента (М).
7. Датчики скорости (n).
8. Вольтметр (U_d).
9. Амперметры ($I_a, I_r, I_{вд}$).
10. Компьютер.
11. Принтер.

Методическое обеспечение занятия:

1. Описание лабораторной работы, содержащее ход выполнения работы.
2. Описание лабораторной работы, содержащее теоретическую часть.

3. Отчёт о выполнении лабораторной работы.

4. Контрольные вопросы.

5. Учебники.

Критерии и методы диагностики эффективности занятия:

1. Анализ результатов, полученных при проведении лабораторной работы.

2. Ответы на вопросы:

2.1. Объясните, что такое режим непрерывных токов?

2.2. Объясните, что такое режим прерывистых токов?

2.3. Как изменится жёсткость механических характеристик в режиме прерывистых и непрерывных токов?

3. Построить кривые выпрямленных напряжений U_D и токов I_D при непрерывном токе и управляющих импульсах U_y , при $\alpha=0^\circ$ и $\alpha=60^\circ$.

4. Оценка результатов работы - защита отчёта.

Технологическая карта учебного занятия

Ход занятия

1. Организационный момент 1-7 минут.

Запись темы занятия в журнал. Выявление отсутствующих студентов.

Подготовка рабочего места. Создание проблемных ситуаций.

Актуализация проблемных знаний

2. Проверка знаний студентов -5 минут.

Определение степени готовности группы к занятию.

Опрос студентов по следующим вопросам:

2.1 Определение и назначение тиристоров.

2.2 Угол задержки открытия тиристоров.

2.3 Изменение напряжения и токов в зависимости от угла задержки открытия тиристорov.

3. Подведение итогов проверки - 5 минут.

3.1 Осознание студентами цели работы.

3.2 Выявления уровня подготовки к выполнению работы.

3.3 Дифференцированный подход.

4. Сообщение наименования работы, постановка целей и задач - 2 мин.

4.1 Преобрести навыки работы на учебных стендах с выводом результатов на экран компьютера с последующей распечаткой осциллограмм.

5. Изложение правил техники безопасности - 2 минуты.

Соблюдение правил техники безопасности при работе с электрическими приборами.

6. Ход работы - 60 минут.

№	<i>Содержание и последовательность выполнения работы</i>	<i>Применяемое оборудование</i>	<i>Методические указания</i>
1	Работа на лабораторном стенде	Лабораторный стенд	Методика выполнения лабораторной работы
2	Получение результатов испытания	Компьютер	
3	Оформление отчёта в тетради для лабораторных работ		
4	Ответы на контрольные вопросы		
5	Защита лабораторной работы		Карточки опроса

7. Задание для отчёта

7.1 Оформить лабораторную работу в тетради согласно описанию.

7.2 Распечатки таблицы и графиков вклеиваются в тетрадь для лабораторных работ.

7.3 По полученным осциллограммам напряжения и тока необходимо определить, в каком режиме работает двигатель, замерить по осциллограмме угол открытия тиристоров α и по соответствующей формуле рассчитать среднее напряжение подаваемое на двигатель и сравнить его со значением, зафиксированным в опыте.

7.4 Ответить на контрольные вопросы.

8. Контрольные вопросы

8.1 Объясните, что такое режим непрерывных токов?

8.2 Объясните, что такое режим прерывистых токов?

8.3 Как изменится жёсткость механических характеристик в режимах непрерывных и прерывистых токов?

8.4 Построить кривые выпрямленного напряжения U_d и токов I_d при непрерывном

токе и управляющих импульсах U_y , при $\alpha=0^\circ$ и $\alpha=60^\circ$.

9. Оценка результатов работы - 20 минут.

9.1 Защита отчёта

10. Задание на дом - 1 минута.

10.1 Стр.92-101 –ученик «Электрические машины» М.М.Кацман.

10.2 Стр.58-65-учебник «Электрический привод» В.В.Москаленко

11. Литература:

11.1 М.М. Кацман «Электрические машины» учебник М.; Высшая школа, 1990г.

11.2 В.В. Москаленко «Электрический привод» учебник М.; Академия, 2005г.

Лабораторная работа

Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения при питании от 4К УВ

Цель работы:

Ознакомление со способом регулирования скорости ДПТ изменением напряжения обмотки якоря при питании от реверсивного УВ (4К УВ). Изучаются: механические характеристики и форма кривой напряжения и тока при различных сигналах задания.

Необходимое оборудование:

1. Испытуемый двигатель ДПТ с НВ.
2. Нагрузочная машина (нагрузитель) ГПТ с НВ.
3. Источник питания якорной обмотки ИД (4К УВ).
4. Источник питания якорной обмотки нагрузителя (4К РН).
5. Источник питания обмоток возбуждения ИД и нагрузителя (неуправляемый выход 4К УВ).
6. Датчик момента (М).
7. Датчик скорости (n).
8. Вольтметр (U_d).
9. Амперметры ($I_{я}$, I_r , $I_{вд}$).

Порядок выполнения работы:

Схема 1:

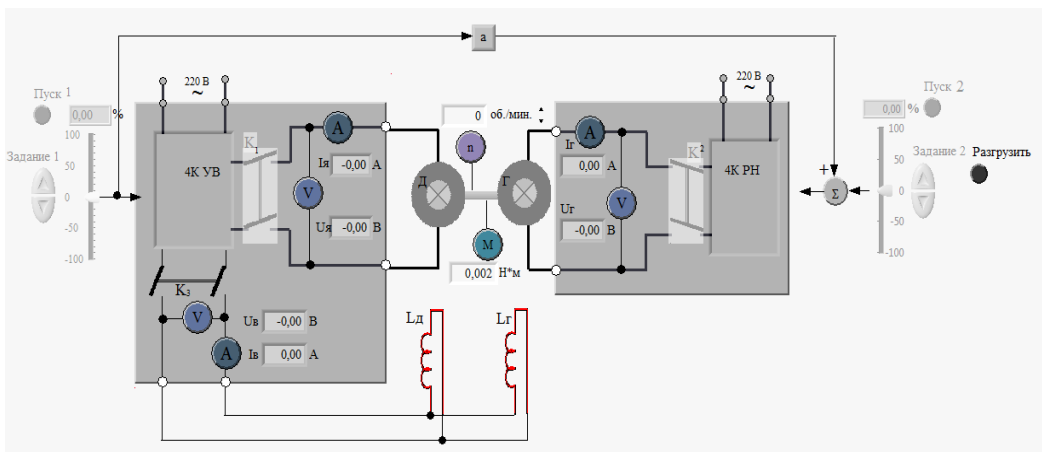
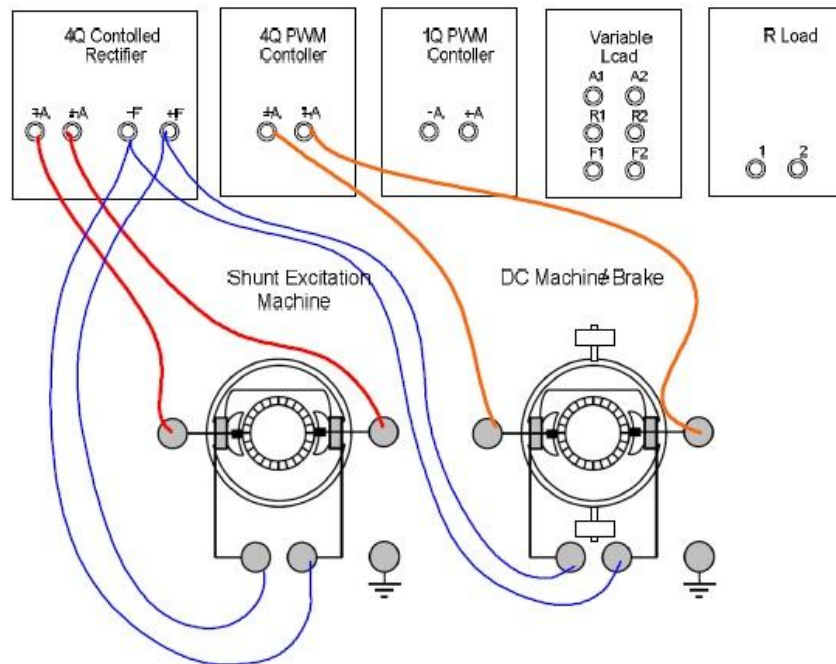


Схема 2:

Схема соединения



1. Двойным щелчком в главном меню откройте пункт 2.1. «Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения при питании от 4К УВ».

2. Соберите **Схему2**.

3. Убедитесь, что фиксатор находится в разомкнутом положении.

Пригласите инструктора для проверки схемы перед тем, как продолжить работу.

4. Включите стенд.

5. Проведите согласование направлений вращения испытуемого двигателя и нагрузителя. Для этого:

- 1) Замок на иконке **Тест** должен быть замкнут. Если нет - щелкните по иконке **Тест** чтобы привести изображение замка в замкнутое положение.
- 2) Включите **К3**.
- 3) По показаниям амперметра I_B проверьте общий ток в обмотках возбуждения ИД и нагрузителя (не менее **0.5 А**).

4) Включите **К1**.

5) Нажмите **Пуск1**, ползунком **Задание1** поднимите задание на скорость вращения ИД и убедитесь, что знак скорости – положительный.

6) Нажмите **Стоп**.

7) Если знак – отрицательный, поменяйте полярность питания обмотки якоря ИД (для этого поменяйте местами провода обмотки якоря машины Д на коробке питания) и повторите пункты 2-6.

8) Повторите пункты 2-3.

9) Включите **К2**.

10) Нажмите **Пуск2**, ползунком **Задание2** поднимите задание на напряжение якоря нагрузителя и убедитесь, что знак скорости положителен.

11) Нажмите **Стоп**.

12) Если скорость была отрицательна, поменяйте полярность питания обмотки якоря нагрузителя (для этого поменяйте местами провода обмотки якоря машины Г на коробке питания) и повторите пункты 8-11.

13) Щелчком по иконке **Тест** приведите изображение замка в разомкнутое положение.

6. Ключи **К1** и **К2** – разомкнуты. Ползунки заданий **Задание1** и **Задание2** – в положении 0.

7. Включите **К3**.

8. По показаниям амперметра **I_В** проверьте общий ток в обмотке возбуждения ИД и нагрузителя (не ниже **0.5 А**).

9. Включите **К1** и **К2**, затем **Пуск1** и **Пуск2** - питание якорных обмоток испытуемого двигателя и нагрузителя (4К УВ и 4К РН).

10. Ползунком **Задание1** плавно пошагово поднимайте напряжение ИД до максимума (**100%**).

11. Уменьшая задание **Задание2** (4К РН), следя за показанием амперметра $I_{я}$, с шагом примерно $0.2 I_{ном}$ увеличивайте нагрузку двигателя до тока якоря, примерно **4А**. Нажимайте **Запись** на каждом шаге.

Вы можете отслеживать координаты измеряемых величин, вызвав из основного меню окно графиков.

12. Запомните осциллограммы напряжения и тока якоря при значении тока якоря примерно **4А** (щелкните по изображениям соответствующего вольтметра $U_{я}$ и амперметра $I_{я}$, затем вызовите окно **Осциллограммы**, зафиксируйте картинку (правый щелчок по окну **Осциллограммы** > **Фиксация** > **Вкл.**) По завершении выключите фиксацию (правый щелчок по окну **Осциллограммы** > **Фиксация** > **Выкл.**)

13. Продолжая уменьшать задание **Задание2** (4К РН), увеличивайте нагрузку двигателя до тока якоря, примерно **7А**. Нажимайте **Запись** на каждом шаге.

14. Разгрузите двигатель нажав кнопку **Разгрузить**.

15. Нажмите **Новый график**. Плавно опуская ползунок **Задание1**, установите задание на напряжение якоря двигателя равным **50%**. Прделайте пункты 6-9.

16. Нажмите **Новый график**. Плавно опуская ползунок **Задание1**, установите задание на напряжение якоря двигателя равным **30%**. Прделайте пункты 6-9.

17. По окончании нажмите **Стоп**, если было вызвано окно «**Графики**», зафиксируйте графики (правый щелчок по окну **График1** > **Фиксация** > **Вкл.** и **График2** > **Фиксация** > **Вкл.**), вызовите файл с данными (кнопка Таблицы Excel), выйдите из данной лабораторной работы (кнопка **Выход**) и выключите стенд.

Образец выполненной лабораторной работы

Лабораторная работа

Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения при питании от 4К УВ

Цель работы:

Ознакомление со способом регулирования скорости ДПТ изменением напряжения обмотки якоря при питании от реверсивного УВ (4К УВ). Изучаются: механические характеристики и форма кривой напряжения и тока при различных сигналах задания.

Необходимое оборудование:

1. Испытуемый двигатель ДПТ с НВ.
2. Нагрузочная машина (нагрузитель) ГПТ с НВ.
3. Источник питания якорной обмотки ИД (4К УВ).
4. Источник питания якорной обмотки нагрузителя (4К РН).
5. Источник питания обмоток возбуждения ИД и нагрузителя (неуправляемый выход 4К УВ).
6. Датчик момента (М).
7. Датчик скорости (n).
8. Вольтметр (U_d).
9. Амперметры ($I_{я}$, $I_{г}$, $I_{вд}$).

Схема:

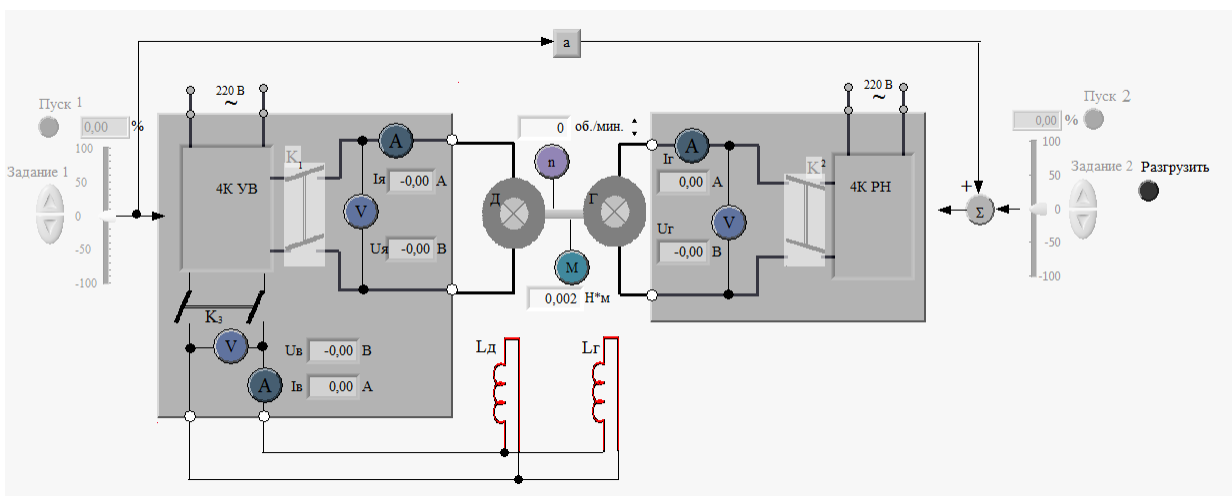


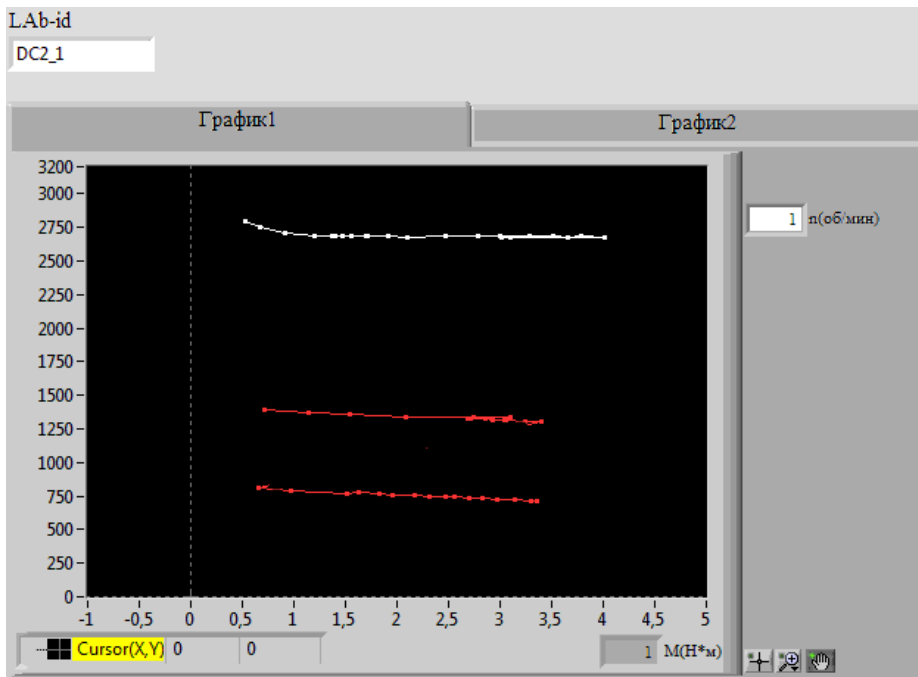
Таблица:

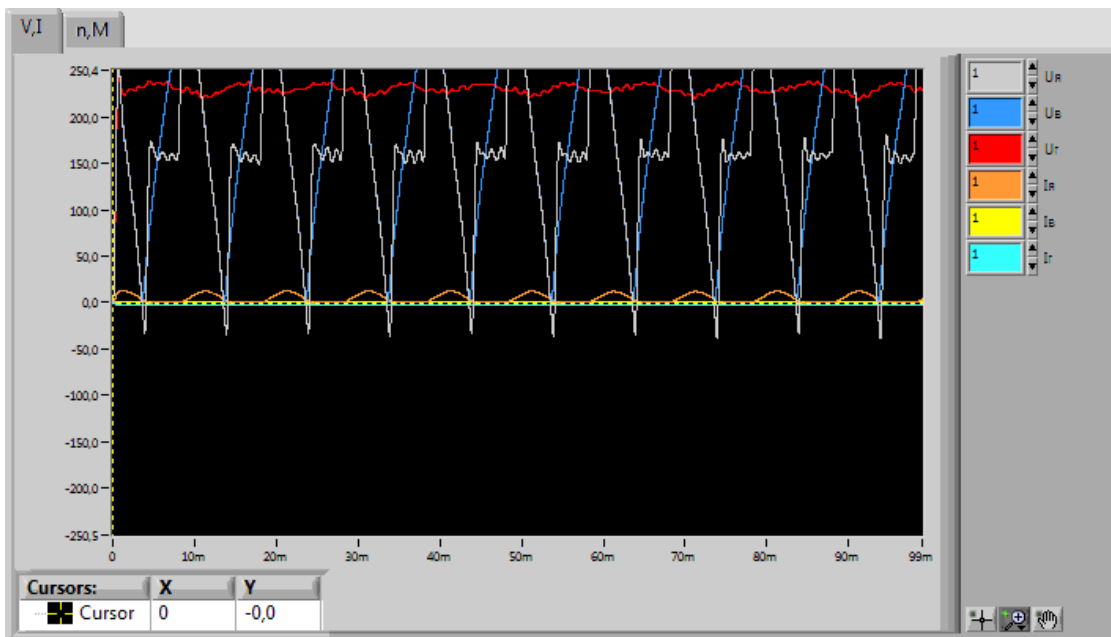
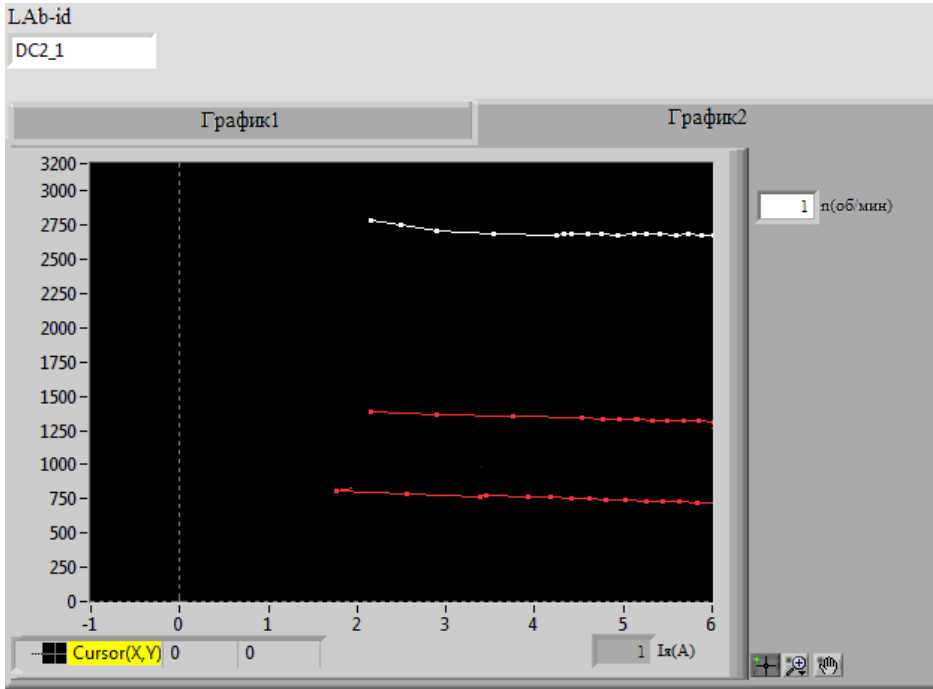
N	Напряжение якоря УЯ		Ток якоря IЯ	Момент M	Частота вращения n
	[%]	[В]	[А]	[Н*м]	[об/мин]

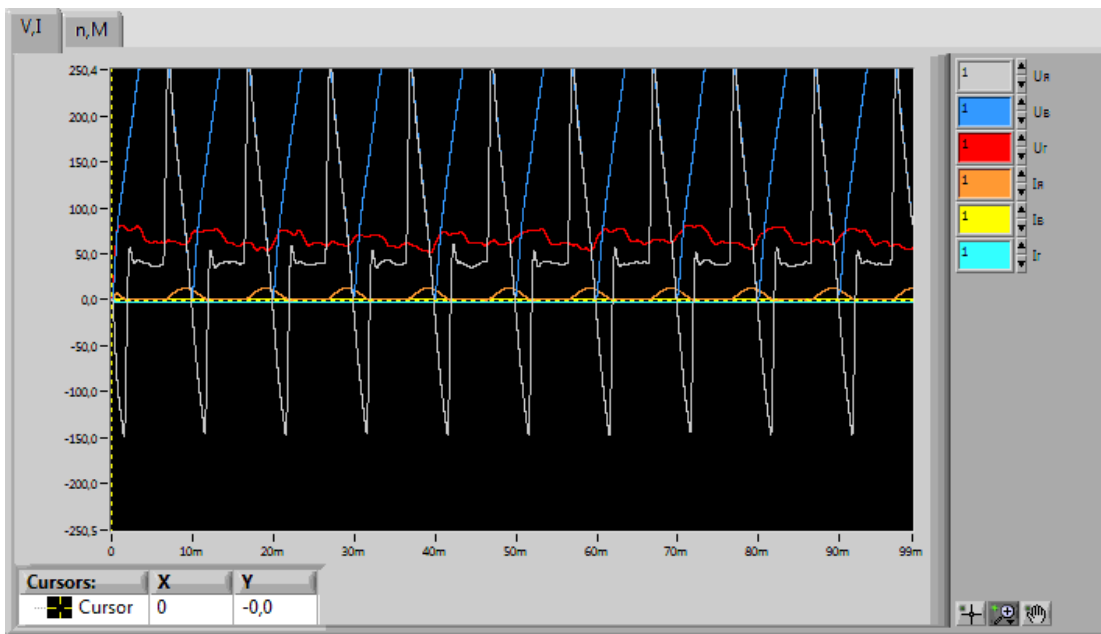
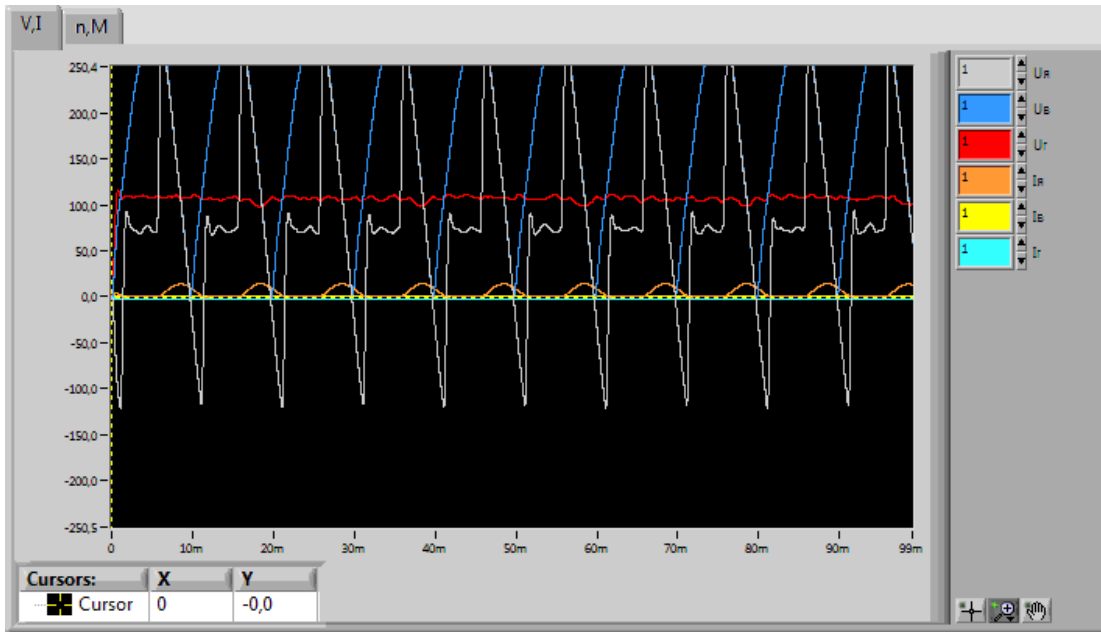
--	--	--	--	--	--
1	100	176,00017	2,15324	0,52321	2789,4797
2	100	173,69303	2,49446	0,67758	2748,89021
3	100	171,153	2,90254	0,91489	2709,07532
4	100	169,50184	3,52935	1,20244	2688,3174
5	100	167,48692	4,24812	1,36626	2679,60917
6	100	167,40249	4,24461	1,40377	2680,72067
7	100	167,60463	4,33175	1,47277	2687,89823
8	100	166,99046	4,41334	1,55076	2685,63119
9	100	166,35003	4,59582	1,71031	2684,26529
10	100	166,47233	4,59598	1,69884	2684,43798
11	100	166,01704	4,74643	1,91569	2683,7395
12	100	165,48531	4,92972	2,09535	2677,72006
13	100	165,55319	5,11961	2,47787	2684,26405
14	100	165,26462	5,25944	2,79178	2685,09667
15	100	165,20386	5,41791	3,00705	2685,07159
16	100	165,10705	5,599	3,28525	2680,99412
17	100	164,82351	5,73831	3,50815	2681,98129
18	100	164,73725	5,88548	3,66284	2679,04478
19	100	164,61364	6,01669	3,78356	2680,26833
20	100	164,453	6,19602	4,01696	2676,5843
21	100	164,41008	6,33448	3,01726	2678,52446

22	100	164,37118	6,45309	3,09346	2674,80542
1	50	87,70066	2,15223	0,71601	1391,11873
2	50	86,61293	2,90265	1,14612	1367,26138
3	50	85,04099	3,76345	1,53721	1356,3904
4	50	83,1399	4,53384	2,09007	1340,93684
5	50	82,89221	4,76404	2,74182	1336,67324
6	50	82,91666	4,96002	3,09745	1332,84535
7	50	82,63748	5,14776	2,71691	1328,2055
8	50	82,68045	5,15303	2,7191	1329,54347
9	50	82,4297	5,32507	2,68843	1326,36816
10	50	82,20173	5,48668	2,85204	1323,1505
11	50	81,99645	5,67431	2,93222	1319,45107
12	50	81,88521	5,85649	3,0381	1316,25157
13	50	81,64848	6,01478	3,05595	1312,95394
14	50	81,42149	6,18714	3,24622	1307,78524
15	50	81,24413	6,34883	3,40066	1305,04255
16	50	81,1577	6,34979	3,39755	1306,21803
1	30	50,2648	1,76361	0,66102	806,81557
2	30	49,7194	2,56404	0,97571	786,60928
3	30	48,42842	3,39131	1,52131	765,10733
4	30	48,66925	3,45927	1,62947	772,73104
5	30	47,8186	3,92693	1,83069	762,22453
6	30	47,53303	4,17868	1,9586	759,84433
7	30	47,36416	4,41208	2,1686	756,25208
8	30	47,10531	4,61507	2,32052	749,1278

9	30	47,31565	4,79949	2,46566	743,94457
10	30	47,08859	5,01684	2,55233	741,47952
11	30	46,78406	5,02978	2,55687	742,02702
12	30	46,62023	5,25364	2,69346	736,35389
13	30	46,83553	5,44631	2,83562	733,50868
14	30	46,64094	5,63707	2,97373	727,5079
15	30	46,58079	5,83336	3,13906	723,88285
16	30	45,97871	6,0393	3,29887	717,79359
17	30	46,24119	6,03361	3,3066	716,98492
18	30	45,7278	6,22972	3,36211	712,63812







Формулы:

Напряжение на выходе выпрямителя при угле открывания $\alpha = 0$:

$$E_{d0} = \frac{2\sqrt{2}U}{\pi}$$

Напряжение, прикладываемое к двигателю при непрерывных токах:

$$U_d = E_{d0} \cos \alpha - I_d R_s$$

при питании управляемого выпрямителя (4К УВ) от сети примем $R_s = 0$.

Напряжение, прикладываемое к двигателю при прерывистых токах:

$$U_d = \frac{E_{d0} [\cos \alpha - \cos(\alpha + \lambda)]}{2} - I_d R_s$$

при питании управляемого выпрямителя (4К УВ) от сети примем $R_s = 0$. λ берется из осциллограммы соответствующего опыта.

Механическая и электромеханическая характеристики двигателя при питании от тиристорного выпрямителя:

- для режима непрерывных токов:

$$n = \frac{E_{d0} \cos \alpha}{C_M} - \frac{MR_\Sigma}{C_M^2}$$

$$n = \frac{E_{d0} \cos \alpha}{C_\epsilon} - \frac{I_d R_\Sigma}{C_\epsilon}$$

- для режима прерывистых токов:

$$n = \frac{E_{d0} \cos \alpha - \cos(\alpha + \lambda)}{2C_\epsilon} - \frac{I_d R_\Sigma}{C_\epsilon}$$

$$n = \frac{E_{d0} \cos \alpha - \cos(\alpha + \lambda)}{2C_M} - \frac{MR_\Sigma}{C_M^2}$$

Жесткость механической характеристики:

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta n}$$

Контрольные вопросы:

1. Что такое режим непрерывных токов?
2. Что такое режим прерывистых токов?
3. От чего зависит граница режима прерывистых токов?
4. Как изменяется жесткость характеристик в режиме прерывистых токов и непрерывных токов?
5. Как изменяется выходное напряжение 4К УВ при изменении входного задания?
6. От чего зависит изменение выходного напряжения 4К УВ при постоянном входном задании?