



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки (специальность)
15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	4

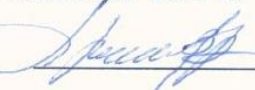
Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020 г. № 1046)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники
25.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук  С.А.



Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО "ММК" по электроприводу, канд. техн. наук
А.Ю. Юдин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование» является обучение будущих бакалавров знаниям существующих методов аналогового и цифрового моделирования современного электропривода, отработка навыков применения существующих программ математического моделирования работы электроприводов, приобретение практического опыта анализа работы современных электроприводов.

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- алгоритмов численных методов интегрирования линейных и нелинейных систем дифференциальных уравнений;
- принципов моделирования мехатронных элементов электропривода;
- методов аналогового и цифрового моделирования современного электропривода.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Электрические машины

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Системы управления электроприводов

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способность выполнить математическое моделирование роботизированной системы
ПК-1.1	Использует программы структурного моделирования для симуляции роботизированных систем
ПК-1.2	Решает стандартные профессиональные задачи по разработке алгоритмов работы роботизированных систем

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 6,4 акад. часов;
- аудиторная – 6 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 97,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1.								
1.1 Математическое моделирование нелинейных блоков теории автоматического регулирования (ТАУ)	4	0,5	1		20	Проработка конспекта лекций и учебного пособия [1,2] по тематике	АКР № 1 (тестирование)	ПК-1.1
1.2 Математическое моделирование структурных схем на ЭВМ в среде MatLab Simulink		0,5	1		30	Проработка конспекта лекций и учебного пособия [1,2] по тематике	АКР № 2 (тестирование)	ПК-1.1
1.3 Математическое моделирование основных элементов мехатронных систем		1	2		47,7	Проработка конспекта лекций и учебного пособия [1,2] по тематике	АКР № 3 (тестирование)	ПК-1.2
Итого по разделу		2	4		97,7			
Итого за семестр		2	4		97,7		зачёт	
Итого по дисциплине		2	4		97,7		зачет	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Математическое моделирование» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Математическое моделирование» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на лабораторных занятиях, при подготовке к контрольным работам (тестам) и итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Фурсов, В.Б. Моделирование электропривода : учебное пособие / В.Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121467>

2. Алпатов, Ю. Н. Математическое моделирование производственных процессов : учебное пособие / Ю. Н. Алпатов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-3052-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107271> (дата обращения: 19.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Линьков, С. А. Моделирование в электроприводе : учебное пособие / С. А. Линьков, А. А. Радионов ; МГТУ. - Магнитогорск, 2010. - 83 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=302.pdf&show=dcatalogues/1/1068059/302.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1424-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76825> (дата обращения: 19.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Затонский, А. В. Моделирование объектов управления в MatLab : учебное

пособие / А. В. Затонский, Л. Г. Тугашова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-3270-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111915> (дата обращения: 19.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Линьков, С. А. Моделирование в электроприводе. Учебно-методические указания к л/р 1-6. URL: <https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=71863>.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 023, 227, 123)	мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока (ауд. 023,227а)	компьютеры Syntex mod-1+ LCD LG TFT19;
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 023,227а)	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 023,227а)	Персональные компьютеры с ПО из п. 8(г), выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Моделирование мехатронных систем» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает ответы на вопросы на лабораторных занятиях при защите работ.

Тема 1. Моделирование нелинейных блоков теории автоматического регулирования (ТАУ)

1. Какие существуют методы моделирования САР электропривода?
2. Каковы методы и принципы аналогового моделирования?
3. Каковы методы и принципы цифрового моделирования?
4. Каковы особенности структурного метода моделирования?
5. Каковы свойства идеального операционного усилителя? Его основные характеристики.
6. Перечислите основные свойства типовых линейных звеньев систем автоматического регулирования.
7. По какому принципу реализуется нелинейное звено в программе структурного моделирования?

Тема 2. Моделирование структурных схем на ЭВМ в среде MatLab Simulink

1. Поясните методику составления и преобразования структурных систем.
2. Для чего нужен задатчик интенсивности (ЗИ) и из каких типовых звеньев он состоит?
3. Рассчитайте параметры ЗИ для ускорения (спадания) выходного сигнала с граничным темпом 10 В/с.
4. Как реализовать программно устройство для форсировки цепи возбуждения (УФВ).
5. Каким типовым звеном можно представить электрическую цепь обмотки возбуждения двигателя постоянного тока? Как рассчитать параметры звена?

Тема 3. Моделирование основных элементов мехатронных систем

1. Нарисуйте структурную схему цепи возбуждения электрической машины постоянного тока с учетом насыщения.
2. Как реализовать кривую намагничивания двигателя постоянного тока в среде MatLab Simulink?
3. Структурная схема двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ с НВ) при $k_{Фн} = \text{const}$. Расчет параметров структурной схемы ДПТ с НВ, реализация в среде MatLab Simulink.
4. Как реализовать активную и реактивную статические нагрузки для ДПТ с НВ в среде структурного моделирования MatLab Simulink?
5. Структурная схема ДПТ с НВ при двухзонном регулировании скорости. Расчет параметров структурной схемы, реализация в среде MatLab Simulink.
6. Как вывести временные диаграммы требуемых координат электропривода на экран монитора в среде MatLab Simulink?
7. Каким образом в среде MatLab Simulink выбирается шаг и метод счета?

Приложение 2

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способность выполнить математическое моделирование роботизированной системы		
ПК-1.1	Использует программы структурного моделирования для симуляции роботизированных систем	Тестовые вопросы для подготовки к зачету: Укажите вариант(ы) интегрирующего звена(ев) 1) $W(p) = \frac{10}{5 \cdot p + 1}$ 2) $W(p) = \frac{4 \cdot p}{100 \cdot p + 1}$ 3) $W(p) = 23 \cdot \frac{1}{p}$ 4) $W(p) = 5 \cdot \frac{10}{p}$ 5) $W(p) = 7 \cdot p$ Укажите вариант(ы) апериодического звена(ев) 1-го порядка 1) $W(p) = \frac{10 \cdot p}{55 \cdot p + 1}$ 2) $W(p) = \frac{4,5}{100 \cdot p + 1}$ 3) $W(p) = \frac{3 \cdot p + 1}{9 \cdot p}$ 4) $W(p) = \frac{10}{p}$ 5) $W(p) = 7 \cdot p \cdot \frac{1}{p}$ Укажите вариант(ы) инерционного звена(ев) 1) $W(p) = \frac{10 \cdot p}{55 \cdot p + 1}$ 2) $W(p) = \frac{4,5}{100 \cdot p^2 + 1}$ 3) $W(p) = \frac{3 \cdot p + 1}{9 \cdot p}$ 4) $W(p) = \frac{10}{p}$ 5) Нет ответа

		Укажите вариант(ы) безинерционного звена(ев) 1) $W(p) = \frac{10 \cdot p}{55 \cdot p + 1}$ 2) $W(p) = \frac{4,5}{100 \cdot p^0 + 1}$ 3) $W(p) = \frac{3 \cdot p + 1}{9 \cdot p}$ 4) $W(p) = 10$ 5) $W(p) = 7 \cdot p \cdot \frac{1}{p}$ Укажите вариант(ы) апериодического звена(ев) 2-го порядка 1) $W(p) = 10$ 2) $W(p) = \frac{7,5}{10 \cdot p + 1}$ 3) $W(p) = \frac{10 \cdot p + 1}{0,01 \cdot p}$ 4) $W(p) = \frac{1}{5 \cdot p^2 + 1}$ 5) $W(p) = \frac{10^3}{3 \cdot p^2 + 6}$ Укажите вариант(ы) колебательного звена(ев) 1) $W(p) = \frac{10 \cdot p}{55 \cdot p + 1}$ 2) $W(p) = \frac{4,5 \cdot p}{100 \cdot p^2 + 6 \cdot p + 1}$ 3) $W(p) = \frac{3 \cdot p + 1}{9 \cdot p}$ 4) $W(p) = \frac{10}{p}$ 5) $W(p) = 7 \cdot p \cdot \frac{1}{p}$ Укажите вариант(ы) ПИ-звена(ев) 1) $W(p) = \frac{10}{5 \cdot p + 1}$ 2) $W(p) = \frac{4 \cdot p}{100 \cdot p + 1}$ 3) $W(p) = 23 + \frac{1}{p}$
--	--	---

$$W(p) = 5 \cdot \frac{10}{p}$$

4)

$$W(p) = 7 \cdot p + 1$$

Укажите вариант(ы) идеально дифференцирующего звена(ев)

$$W(p) = \frac{10 \cdot p}{55 \cdot p^2 + 1}$$

1)

$$W(p) = \frac{4,5}{100 \cdot p^2 + 1}$$

2)

$$W(p) = \frac{3 \cdot p + 1}{9 \cdot p}$$

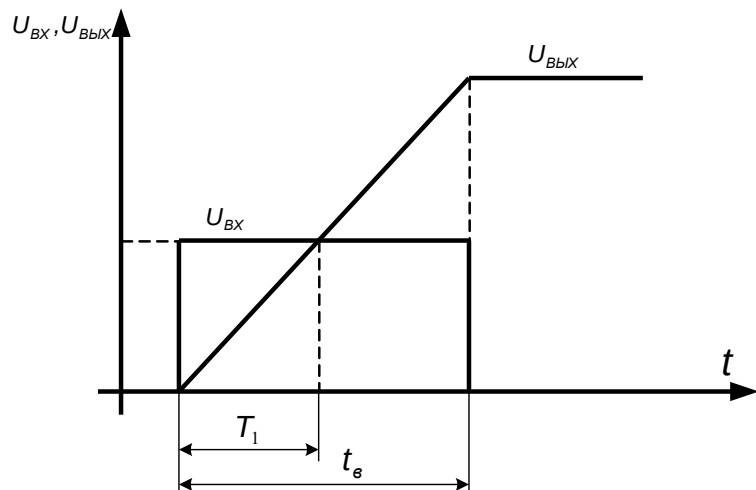
3)

$$W(p) = 10 \cdot p$$

4)

$$W(p) = 7 \cdot \frac{1}{p}$$

5)



Переходные процессы какого звена представлены на рисунке?

Укажите правильный(ые) вариант(ы) ответа(ов).

1) Аperiodическое звено 1-го порядка

2) Аperiodическое звено 2-го порядка

3) Аperiodическое звено 3-го порядка

4) Инерционное звено

5) Безинерционное звено

6) Пропорциональное звено

7) Интегрирующее звено

8) Пропорционально-интегрирующее звено

9) Идеальное дифференцирующее звено

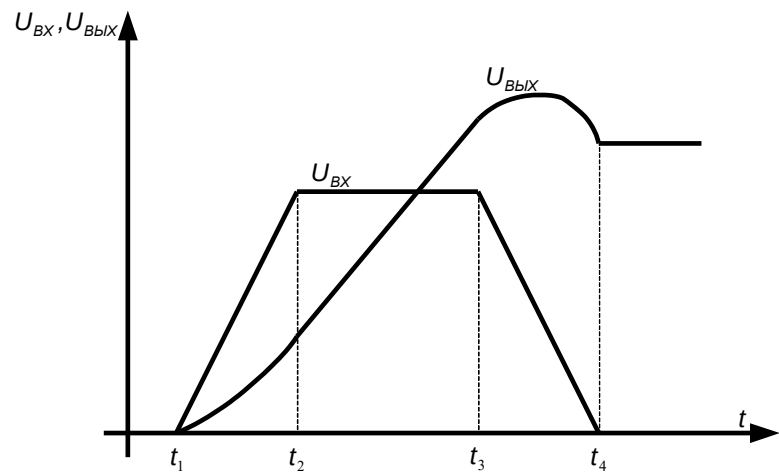
10) Реальное дифференцирующее звено

11) Колебательное звено

Переходные процессы какого звена представлены на рисунке?

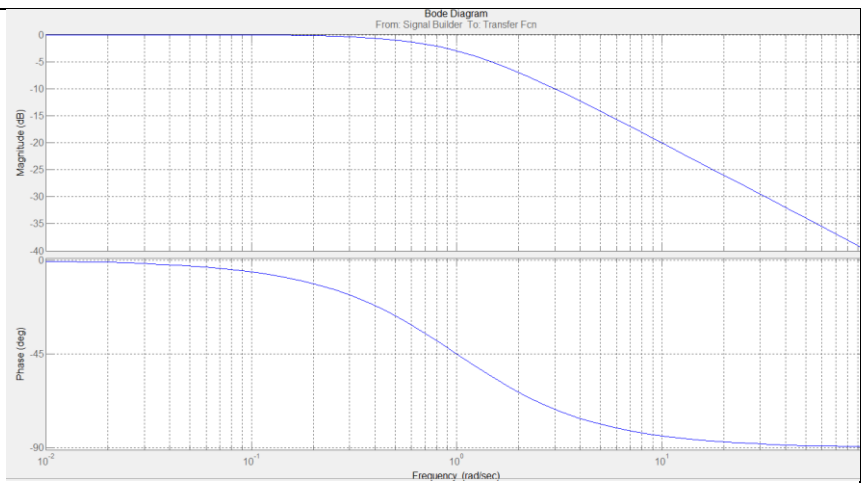
Укажите правильный(ые) вариант(ы) ответа(ов).

- 1) Аperiodическое звено 1-го порядка
- 2) Аperiodическое звено 2-го порядка
- 3) Аperiodическое звено 3-го порядка
- 4) Инерционное звено
- 5) Безинерционное звено
- 6) Пропорциональное звено
- 7) Интегрирующее звено
- 8) Пропорционально-интегрирующее звено
- 9) Идеальное дифференцирующее звено
- 10) Реальное дифференцирующее звено
- 11) Колебательное звено



Частотная характеристика какого звена приведена на рисунке?

- 1) Аperiodическое звено 1-го порядка
- 2) Аperiodическое звено 2-го порядка
- 3) Аperiodическое звено 3-го порядка
- 4) Инерционное звено
- 5) Безинерционное звено
- 6) Пропорциональное звено
- 7) Интегрирующее звено
- 8) Пропорционально-интегрирующее звено
- 9) Идеальное дифференцирующее звено
- 10) Реальное дифференцирующее звено
- 11) Колебательное звено

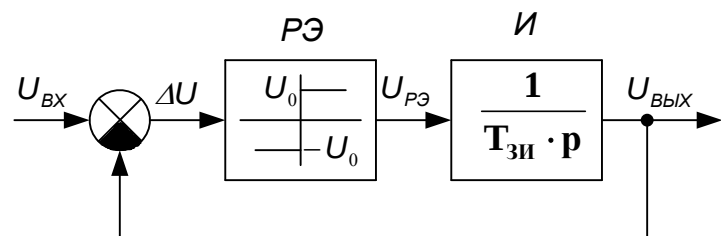


Задатчик интенсивности служит для:

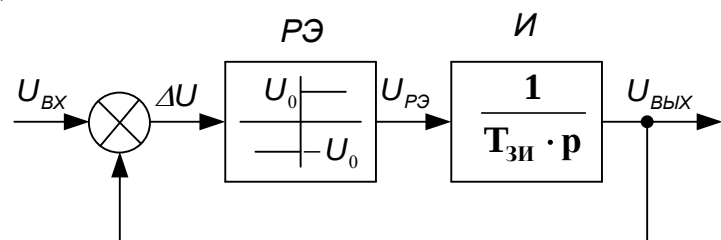
- 1) Ограничения темпа нарастания (спадания) входного сигнала
- 2) Ограничения выходного сигнала относительно входного
- 3) Ограничения входного сигнала относительно выходного
- 4) задания интенсивности выходного сигнала, относительно входного
- 5) задания интенсивности входного сигнала относительно выходного

Выберите верную структурную схему задатчика интенсивности

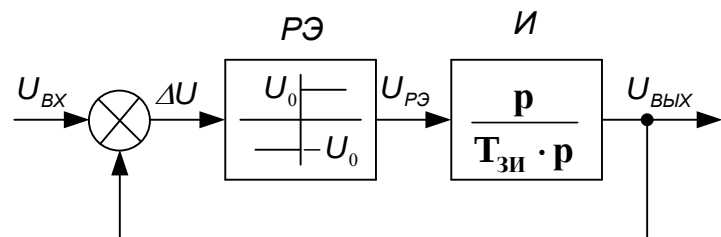
1)



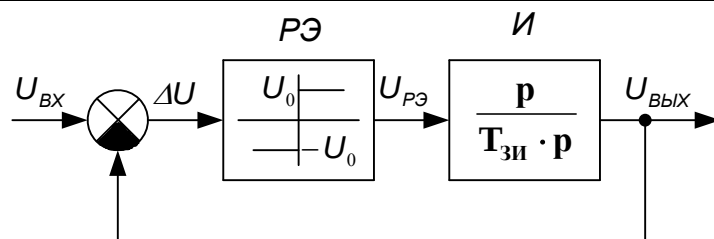
2)



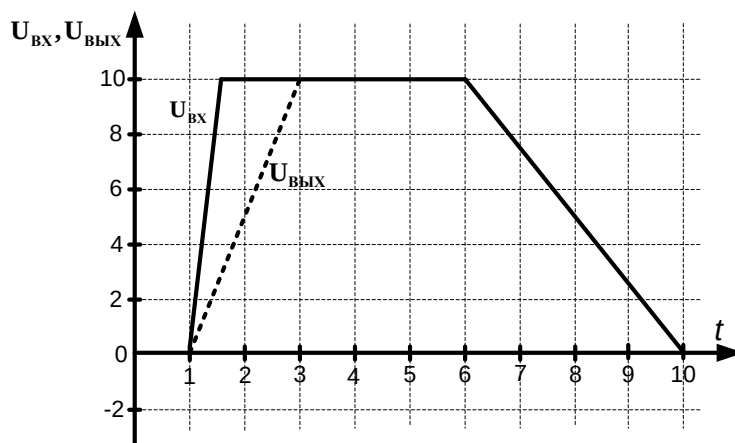
3)



4)



Чему будет равно U_0 , если постоянная времени $T_{зи} = 1,5$ с



- 1) $U_0 = 8$ В
- 2) $U_0 = 10$ В
- 3) $U_0 = 6$ В
- 4) $U_0 = 7$ В

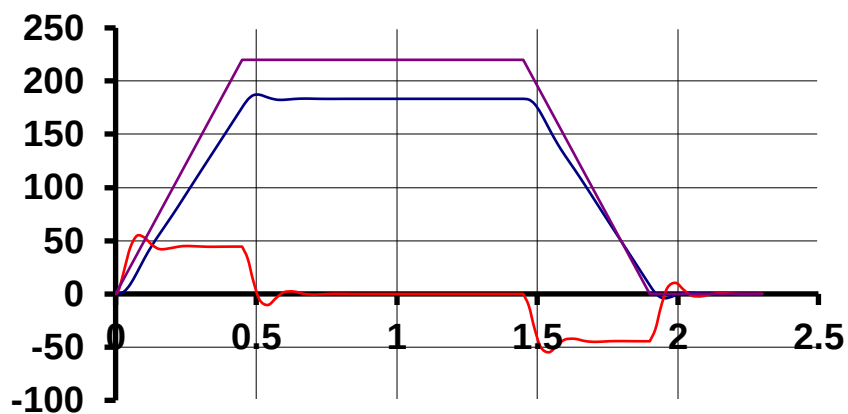
Форсировка это:

- 1) Кратковременное увеличение напряжения на ОВ двигателя для уменьшения времени нарастания тока ОВ до номинального значения
- 2) Кратковременное увеличение напряжения на обмотке якоря двигателя для уменьшения времени нарастания тока в обмотке якоря до номинального значения
- 3) Кратковременное увеличение напряжения на ОВ двигателя для увеличения времени нарастания тока ОВ до номинального значения
- 4) Кратковременное увеличение напряжения на ОВ двигателя для увеличения времени нарастания тока ОВ до номинального значения

Коэффициент форсировки (альфа) показывает:

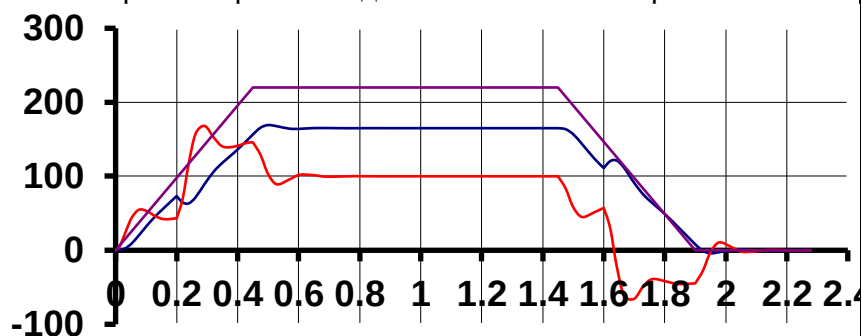
- 1) Во сколько раз увеличено напряжение на ОВ во время форсировки
- 2) Во сколько раз уменьшено время форсировки ОВ
- 3) Во сколько раз уменьшено напряжение на ОВ во время форсировки
- 4) Во сколько раз увеличен ток ОВ во время форсировки
- 5) Во сколько раз увеличен поток ОВ во время форсировки

	стандартные профессиональные задачи по разработке алгоритмов работы роботизированных систем	Двигатель независимого возбуждения работает в номинальном режиме. Как изменятся ток якоря I_a, скорость двигателя $\omega_{\text{дв}}$ и электромагнитный момент двигателя $M_{\text{дв}}$, если напряжение на обмотке возбуждения $U_{\text{ов}}$ увеличили в 2 раза? а) Практически не изменятся б) Увеличатся в 2 раза в) Уменьшатся в 2 раза г) I_a увеличится в 2 раза $\omega_{\text{дв}}$ и $M_{\text{дв}}$ не изменятся д) I_a уменьшится в 2 раза $\omega_{\text{дв}}$ и $M_{\text{дв}}$ не изменятся Поясните явление гистерезиса магнитной системы ОВ. а) Явление гистерезиса заключается в том, что изменение магнитной индукции запаздывает от изменения намагничивающего поля б) Явление гистерезиса заключается в том, что изменение намагничивающего поля запаздывает от изменения магнитной индукции в) Явление гистерезиса заключается в том, что изменение тока намагничивания запаздывает от изменения намагничивающего поля Как изменится индуктивность катушки L, если намотать её на металлический сердечник? а) Индуктивность катушки увеличится за счет того, что железо является усилителем магнитного поля б) Индуктивность катушки останется неизменным, т.к. число витков катушки не изменилось в) Реактивное сопротивление катушки увеличится, т.к. железный сердечник имеет свойство размагничивать поле г) Индуктивность катушки уменьшится за счет того, что железо является усилителем магнитного поля В каких пределах можно уменьшать поток ОВ? а) В пределах от минимального до максимального значения, оговоренных в паспортных данных двигателя б) В пределах от нуля до максимального значения, оговоренных в паспортных данных двигателя в) В пределах от нуля до номинального значения, оговоренных в паспортных данных двигателя г) В пределах от номинального до максимального значения, оговоренных в паспортных данных двигателя Что за эксперимент представлен на рисунке?
--	--	---



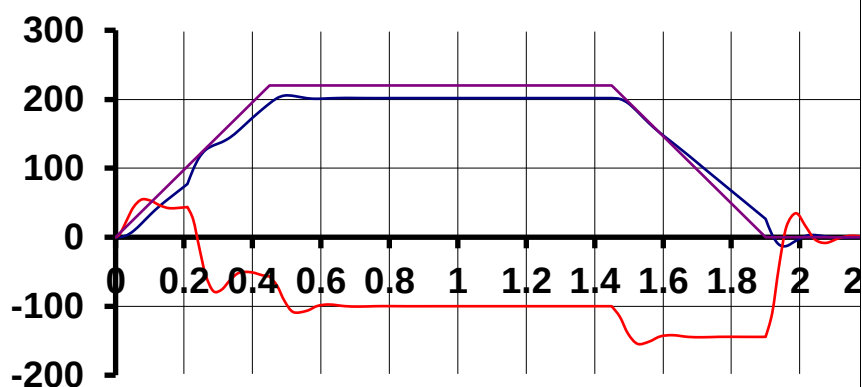
- 1) Разгон, работа, торможение на х/х
- 2) Разгон, работа, торможение с активной нагрузкой на валу двигателя
- 3) Разгон, работа, торможение с реактивной нагрузкой на валу двигателя
- 4) Наброс нагрузки в статическом режиме работы двигателя
- 5) Наброс нагрузки во время разгона двигателя

В каком режиме работает двигатель в момент времени $t = \text{с}$?

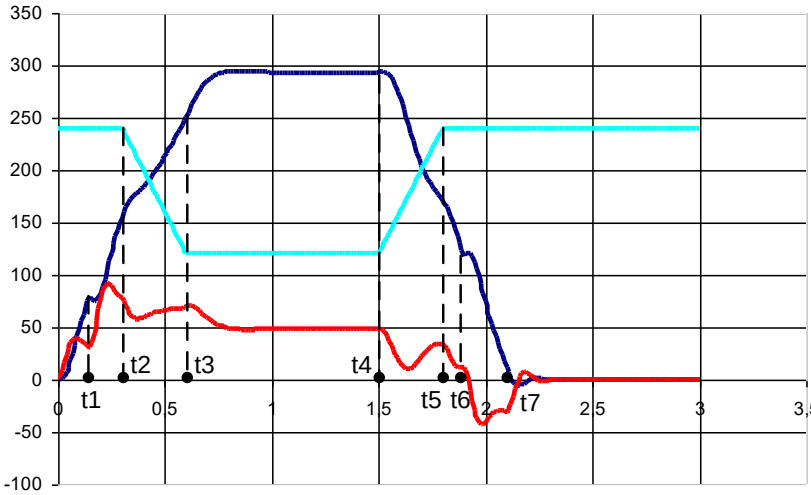


- 1) Двигательный режим
- 2) Рекуперативное торможение
- 3) Торможение противовключением
- 4) Динамическое торможение
- 5) Холостой ход

Поясните работу двигателя на участке времени $t = \text{с}$.



- 1) Разгон в двигательном режиме
- 2) Разгон в генераторном режиме
- 3) Статический двигательный режим
- 4) Статический генераторный режим

		5) Торможение под нагрузкой (двиг. режим) 6) Торможение без нагрузки (генер. режим) Какая перегрузочная способность по току у двигателей краново-металлургической серии? 1) 1,5 2) 2,5 3) 3 4) 5 Двигатель работал в номинальном режиме. Как изменятся I_{Δ}, W_{Δ}, M_{Δ}, если поток двигателя уменьшить в 2 раза? а) I_{Δ} - увеличится, W_{Δ} - увеличится, M_{Δ} – уменьшится б) I_{Δ} - уменьшится, W_{Δ} - увеличится, M_{Δ} - уменьшится в) I_{Δ} - уменьшится, W_{Δ} - уменьшится, M_{Δ} - уменьшится г) I_{Δ} - уменьшится, W_{Δ} - уменьшится, M_{Δ} - увеличится В какой момент времени произошел наброс нагрузки? В какой момент времени произошел сброс нагрузки? 
--	--	---

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическое моделирование» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Показатели и критерии промежуточной аттестации:

- на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Обучающийся получает отметку **«зачтено»** при условии выполнения и защиты всех предусмотренных лабораторных работ на оценку не ниже **«удовлетворительно»**.