



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиал в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина  
12.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	4

Белорецк  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

15.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Фидиал в г. Белорецк

12.03.2021, протокол № 7

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиС, канд. техн. наук  О.А. Сарпулов

Рецензент:

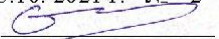
Начальник ЦРЭО АО "БМК"  Д.О. Тертычный

**Лист актуализации рабочей программы**

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от 15.10.2021 г. № 2  
Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

### **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 моделирования работы электроприводов, приобретение практического опыта анализа работы современных электроприводов.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Моделирование в электроприводе входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Электрические машины

Теоретические основы электротехники

Электроэнергетика

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Математическое моделирование

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование в электроприводе» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ОПК-4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования
ОПК-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 10,7 акад. часов:
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 93,4 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

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. Введение								
1.1 Назначение, методы и принципы аналогового моделирования	4				18	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике	Входной контроль	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу					18			
2. Процесс моделирования								
2.1 Моделирование нелинейных блоков теории автоматического регулирования (ТАУ)	4	1	1		15	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике	АКР № 1	ОПК-4.1 ОПК-4.2
2.2 Моделирование структурных схем на ЭВМ в среде MatLab Simulink		1	1		15	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике	АКР № 2	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу		2	2		30			
3. Особенности моделирования автоматизированного электропривода								
3.1 Особенности программного структурного моделирования на ЭВМ	4	1	1		15	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике	АКР № 3	ОПК-4.1 ОПК-4.2
3.2 Моделирование основных элементов систем автоматизированного электропривода		1	1		15	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике	АКР № 4	ОПК-4.1 ОПК-4.2

3.3 Перспективы развития аппаратных и программных средств ЭВМ для САПР			2		15,4	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике	АКР № 5	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу	2	4			45,4			
Итого за семестр	4	6			93,4		зачёт	
Итого по дисциплине	4	6			93,4		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Моделирование в электроприводе» 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 IT.

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. Аксенов, М. И. Моделирование электропривода : учебное пособие / М. И. Аксёнов. — Москва : Инфра-М, 2020. — 135 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100960-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1086746> (дата обращения: 03.06.2020). - Текст : электронный.

2. 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> (дата обращения: 03.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Косматов, В. И. Электрический привод : учебное пособие / В. И. Косматов ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 199 с. : ил., диагр., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=530.pdf&show=dcatalogues/1/1094827/530.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0253-4. - Имеется печатный аналог.

2. Линьков, С. А. Моделирование мехатронных систем : учебное пособие / С. А. Линьков, А. А. Радионов. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1073.pdf&show=dcatalogues/1/1119523/1073.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Лукин, А. Н. Моделирование регулируемых электроприводов переменного тока : учебное пособие / А. Н. Лукин, А. В. Белый ; МГТУ. - Магнитогорск, 2010. - 67 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=315.pdf&show=dcatalogues/1/1068920/315.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог. 5. Урмаев А.С. Основные методы моделирования на аналоговых вычислительных машинах. –М.: Наука, 1978.-271 с.

4. Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода: учебное пособие / Терёхин В. Б., Дементьев Ю. Н. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 307 с. - ISBN 978-5-4387-0558-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701804> (дата обращения: 03.06.2020). - Текст : электронный.

5. Шаталов, А. Ф. Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко и др. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 140 с. - ISBN 978-5-9596-1059-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/514263> (дата обращения: 03.06.2020). - Текст : электронный.

#### **в) Методические указания:**

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.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
STATISTICA v.6(Белорецк)	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно



MS Office 2007(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Windows 7(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Аудитория для лекционных занятий: доска, мультимедийный проектор, экран, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации с выходом в Интернет.

Аудитории для проведения лабораторных работ: компьютеры, универсальные стенды.

Аудитории для самостоятельной работы ( компьютерные классы; читальный зал библиотеки ): персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Математическое моделирование» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

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

#### **Перечень тем для подготовки к зачету:**

1. Моделирование нелинейных блоков теории автоматического регулирования, (АКР №1);
  2. Моделирование задатчика интенсивности, (АКР №2);
  3. Моделирование цепи обмотки возбуждения ДПТ с НВ, (АКР №3);
  4. Моделирование цепи обмотки возбуждения ДПТ с НВ с учётом насыщения стали, (АКР № 4);
  5. Моделирование двигателя постоянного тока независимого возбуждения, (АКР №5).
- Задания к контрольным работам приведены в приложении 1.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

##### **Тема 1-2. Общие вопросы моделирования электропривода на ЦВМ**

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 3-6. Моделирование типовых структурных схем автоматизированного электропривода на ЭВМ.**

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?
6. Нарисуйте структурную схему цепи возбуждения электрической машины постоянного тока с учетом насыщения.
7. Как реализовать кривую намагничивания двигателя постоянного тока в среде MatLab Simulink?
8. 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.
9. Как реализовать активную и реактивную статические нагрузки для ДПТ с НВ в среде структурного моделирования MatLab Simulink?
10. Структурная схема ДПТ с НВ при двухзонном регулировании скорости. Расчет параметров структурной схемы, реализация в среде MatLab Simulink.
11. Как вывести временные диаграммы требуемых координат электропривода на экран монитора в среде MatLab Simulink?

12. Каким образом в среде MatLab Simulink выбирается шаг и метод счета?

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
ОПК-4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования	<p><b>Теоретические вопросы</b></p> <p>Формы представления математических моделей. Взаимосвязь векторно-матричной формы описания объекта с его передаточной функцией. Математические модели механических систем электроприводов. Математические модели механической части электропривода. Векторно-матричные модели механической многомассовых механических моделей. Моделирование электрических машин, применяемых в электроприводе. Математические модели асинхронного двигателя в различных системах координат. Обобщенные структурные схемы электромеханического преобразователя с линеаризованной механической характеристикой. Моделирование управляемых преобразователей электрической энергии</p> <p>Моделирование автономных инверторов. Моделирование преобразователей частоты. Моделирование датчиков в электроприводе</p> <p>Модели датчиков угловых перемещений- сельсин и вращающиеся трансформаторы. Вычислительные методы моделирования динамических систем</p> <p>Основы технологии имитационного моделирования электромеханических систем на ЭВМ. Подбор параметров распределений. Оценка влияния и взаимосвязи факторов. Инструментальные средства моделирования систем электроприводов Simulink как инструмент для имитационного моделирования.</p> <p>Базовые возможности системы MATLAB</p> <p>Моделирование структурных схем электромеханических систем в среде Simulink.</p> <p>Анализ технических систем в MATLAB</p> <p>Расчет частотных и временных характеристик электромеханических систем с обратной связью. Оценка параметров модели.</p> <p>Моделирование электромеханических систем в MATLAB. Моделирование электроприводов постоянного и переменного тока. Получение графиков переходных процессов в элементах электропривода.</p>
ОПК-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей	<p><b>Примеры практических заданий:</b></p> <p>1. Построить структурную схему электропривода в системе MATLAB, произвести моделирование системы и получить графики переходных процессов во времени по скорости и</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	качества работы электрических цепей и машин	тока якоря двигателя 2. Построить логарифмические амплитудно-частотные характеристики системы электропривода в системе MATLAB 3. Построить математическое описание системы в виде системы дифференциальных уравнений

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

Для подготовки к зачету студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и защитить лабораторные работы.

Критерии оценки:

– на оценку «**зачтено**» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «**не зачтено**» – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.