

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор  
ГГТУ им. П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

07.07. 2020г.

Регистрационный № УД-41-44/уч

## МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1–53 01 05 – 2019, учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы», № I 53–1–09/уч. и № I 53–1–21/уч. утвержд. 06.02.2019 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

И.В. Дорошенко, ст. преподаватель кафедры «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

С.В. Веппер, начальник тех. отдела ЧПУП «РАТОН-Медтех»,

В.С. Захаренко, доцент кафедры «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 12\_ от \_25 мая\_2020);

Советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10\_ от \_01 июня\_2020);

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

(протокол № \_5\_ от \_26 июня\_2020).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Вступление

Дисциплина «Моделирование в электроприводе» входит в компонент учреждения высшего образования цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин подготовки специалистов по специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы».

### Цель и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины является изучение методов анализа элементов систем управления и, в целом, автоматизированных электроприводов на основе математического моделирования с применением современного программного обеспечения и средств программирования.

Основными задачами дисциплины являются:

- 1) изучение методов математического моделирования;
- 2) получение практических навыков преобразования форм представления математических моделей;
- 3) получение практических навыков моделирования элементов систем управления и, в целом, автоматизированных электроприводов;
- 4) получение практических навыков применения программного обеспечения и средств программирования для решения задач анализа и синтеза динамических свойств систем автоматического управления.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- «Теория автоматического управления»;
- «Электрические машины»;
- «Силовая преобразовательная техника».

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, дисциплин специализации, в ходе освоения которых, производится моделирование электроприводов и систем управления.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен знать:

- методы математического моделирования;
- структуру моделей типовых элементов систем управления электроприводами;
- особенности моделирования систем управления и автоматизированных электроприводов, в целом.

уметь:

- преобразовывать математические модели между различными формами представления;
- осуществлять анализ динамических свойств систем автоматического управления с помощью методов математического моделирования.

владеть:

- современным программным обеспечением, применяемым для решения задач анализа и синтеза динамических свойств систем автоматического управления.

Изучение и освоение дисциплины «Моделирование в электроприводе» должно обеспечить формирование у будущего специалиста необходимых академических, социально-личностных и профессиональных компетенций, таких как:

- уметь применять базовые научно-технические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течении всей жизни;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- использовать теоретические основы и прикладные методы программирования с использованием компьютерной техники, вычислительные методы и моделирование при решении проектно-конструкторских задач;
- работать с научной, технической и патентной литературой.

Общее количество часов и количество аудиторных часов

Для специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» учебная программа дисциплины рассчитана на 260 часов, в том числе 136 часов аудиторных занятий. Трудоемкость дисциплины – 6 зачетных единиц.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Форма обучения	Дневная
	I 53–1–09/уч.
Курс	3,4
Семестр	5,6
Лекции (часов)	68 (51, 17)
Практические (семинарские) занятия (часов)	-
Лабораторные занятия (часов)	68 (34, 34)
Всего аудиторных (часов)	136 (85, 51)
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине	
Экзамен	6 семестр
Зачет	5 семестр
Тестирование	-
Курсовая работа	-

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Тема 1. Введение.

Цель, задачи, содержание и объем дисциплины МвЭП. Основные термины, понятия, определения. Математическое и физическое моделирование.

Тема 2. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.

Классификация математических моделей и методов численного решения дифференциальных уравнений. Основные численные методы решения систем дифференциальных уравнений и примеры применения. Выбор метода.

Тема 3. Моделирование электродвигателей постоянного и переменного тока.

Вывод системы дифференциальных уравнений обобщенной электрической машины в пространственных обобщенных векторах и ее представление в статорной, роторной и произвольно вращающейся системах координат. Модели двигателей постоянного тока. Модель асинхронного двигателя. Модель синхронного электродвигателя.

Тема 4. Моделирование силовых преобразователей электрической энергии.

Модели тиристорного преобразователя постоянного тока: упрощенная линеаризованная, нелинейная, имитационная. Модели автономного инвертора напряжения: упрощенная линеаризованная, имитационная.

Тема 5. Моделирование систем автоматического управления скоростью электроприводов постоянного и переменного тока.

Тема 6. Применение современного программного обеспечения для анализа динамических свойств систем управления.

Применение символьных вычислений в MathCAD для выполнения структурных преобразований, анализа частотных характеристик и динамических процессов. Средства анализа линейных систем в Matlab Simulink. Имитационное моделирование в Matlab Simulink с применением библиотеки блоков Power System.

Тема 7. Применение современного программного обеспечения для синтеза систем управления.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
(ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение.	3	–	–	2	–	–	Защита л/р, зачет
2	Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.	9	–	–	6	–	–	Защита л/р, зачет
3	Моделирование электродвигателей постоянного и переменного тока.	12	–	–	8	–	–	Защита л/р, зачет
4	Моделирование силовых преобразователей электрической энергии.	6	–	–	4	–	–	Защита л/р, зачет
5	Моделирование систем автоматического управления скоростью электроприводов постоянного и переменного тока.	6	–	–	6	–	–	Защита л/р, зачет
6	Применение современного программного обеспечения для анализа динамических свойств систем управления.	16	–	–	32	–	–	Защита л/р, экзамен
7	Применение современного программного обеспечения для синтеза систем управления.	16	–	–	10	–	–	Защита л/р
	Всего	68	–	–	68	–	–	

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Анучин, А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / А.С. Анучин. – Москва: Академия, 2015. – 371 с.
2. Берков, Н.А. Применение пакета MATHCAD: практикум / Н.А. Берков, Н.Н. Елисеева. – Москва: МГИУ, 2006. – 131 с.
3. Герман-Галкин, С.Г. Matlab & Simulink: проектирование мехатронных систем на ПК. – Санкт-Петербург: КОРОНА-Век, 2008 – 367 с.
4. Гультияев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB: учебный курс. – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 432 с.
5. Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин: учебник для вузов / И.П. Копылов. – Изд 3-е. – Москва: Высшая школа, 2001. – 326 с.
6. Максфилд, Б. Mathcad в инженерных расчетах / Brent Максфилд; пер. с англ. Н.Ю. Устьян. – Санкт-Петербург: Корона-Век: Киев: МК-Пресс, 2010 – 365 с.
7. Охорзин, В.А. Компьютерное моделирование в системе Mathcad: учеб. пособие для вузов. – Москва: Финансы и статистика, 2006 – 143 с.
8. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник для ст-ов втузов / В.П. Тарасик. – Минск: ДизайнПРО, 1997. – 640 с.
9. Шушкевич, Г.Ч. Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Г.Ч. Шушкевич, С.В. Шушкевич. – Минск: Издательство Гревцова, 2012 – 256 с.
10. Терёхин В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие / В.Б. Терёхин, Ю.Н. Дементьев; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. - 307 с. – Режим доступа: URL: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=442809](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=442809)
11. Рябенский, В.М. Практическая электротехника: Основы электротехники с использованием MATLAB/Simulink: учебное пособие / В.М. Рябенский, Л.В. Солобуто, А.И. Черевко, Е.В. Лимонникова; под ред. проф. В.М. Рябенского; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. - Архангельск: САФУ им. М.В. Ломоносова. 2014. - 414 с. – Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=436403](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436403)



## Дополнительная литература

12. Крылов, В.И. Вычислительные методы: учеб. пособие для вузов. – Москва: Наука, 1976. – 302 с.
13. Егоров, В.Н., Корженевский-Яковлев, О.В. Цифровое моделирование систем электропривода. – Ленинград: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1986. – 167 с.
14. Захаренко, В.С. Моделирование в электроприводе [Электронный ресурс]: курс лекций для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / В.С. Захаренко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010. – 83 с. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2043>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 03.12.2015).
15. Захаренко, В.С., Дорощенко, И.В. Системы управления электроприводами [Электронный ресурс]: пособие по одной дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / сост.: В.С. Захаренко, И.В. Дорощенко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2015. – 59 с. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/13751>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 03.12.2015).
16. Захаренко, В. С. Моделирование в электроприводе [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 "Автоматизированные электроприводы" дневной формы обучения / В. С. Захаренко. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. - 89 с. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/17588>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана
17. Захаренко, В. С. Моделирование в электроприводе [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 "Автоматизированные электроприводы" заочной формы обучения / В. С. Захаренко. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. - 65 с. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/17587>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана
18. Захаренко, В. С. Моделирование в электроприводе : учебно-методическое пособие по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 "Автоматизированные электроприводы" дневной формы обучения / В. С. Захаренко, И. В. Дорощенко. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 146 с. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/18960>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана

## Учебно-методические комплексы

1. Захаренко В.С. Моделирование в электроприводе [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В.С. Захаренко – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2236>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 31.12.2015).
2. Захаренко В.С. Современные программы ПЭВМ для анализа и синтеза АЭП [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В.С. Захаренко; кафедра «Автоматизированный электропривод». – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2013. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2478>, авторизованный. – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 31.12.2015).

## Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

1. Презентации по темам: «Математическое моделирование», «Классификация методов», «Классификация моделей», «Численные методы», «Модели статических звеньев», «Модели регуляторов», «ОЭМ», «Модель ДПТ НВ», «Модель ДПТ ПВ», «Модель АД».
2. Программное обеспечение MathCAD.
3. Программное обеспечение Matlab Simulink.
4. Веб-сайт MATLAB.Exponenta <http://matlab.exponenta.ru/> .

## Примерный перечень лабораторных работ

1. Моделирование типовых статических и динамических элементов САУ.
2. Моделирование электродвигателя постоянного тока.
3. Моделирование асинхронных электродвигателя.
4. Моделирование САУ скоростью.
5. Структурные преобразования и построение частотных характеристик в MathCAD.
6. Анализ линейных систем в Matlab Simulink.
7. Средства решения систем дифференциальных уравнений Matlab Simulink.
8. Синтез регуляторов в Matlab Simulink.

## Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемое на лекционных занятиях;
- внедрение элементов научных исследований и патентного поиска при проектировании конкретного объекта, при выполнении практических заданий, а также при самостоятельной работе.

#### Характеристика рекомендуемых методов и технологий обучения

Теоритические лекционные занятия чередуются с лабораторными занятиями, а также с управляемой самостоятельной работой. Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой.

#### Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя, в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями у преподавателя;

#### Диагностика компетенций студента

Оценка уровня знаний студентов производится по десятибалльной шкале.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам курса;
- отчеты по лабораторным работам с устной их защитой;
- выступление студента на конференциях;
- сдача экзамена и зачета по дисциплине.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Системы управления электроприводами	АЭП	нет	Программу утвердить. Протокол №
			от _____ 2020.

Зав. кафедрой

Тодарев В.В.