

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
Учебно-методическое объединение по аграрному техническому образованию

Регистрационный № ТД- 090 /исп.-тип.

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор учреждения образования  
«Белорусский государственный  
аграрный технический университет»,  
председатель Учебно-методического  
объединения по аграрному  
техническому образованию



Н.Н. Романюк

02 2023 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
для абитуриентов, поступающих для получения  
общего высшего образования в сокращенный срок

**по учебной дисциплине  
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»**

для специальности

6-05-0812-04 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства»

**СОГЛАСОВАНО**

Первый заместитель Министра  
образования Республики Беларусь

А.Г. Баханович  
« 28 » 2023 г.



**СОГЛАСОВАНО**

Начальник главного управления  
образования, науки и кадровой  
политики Министерства  
сельского хозяйства и  
продовольствия Республики  
Беларусь

В.А. Самсонович  
« 28 » 2023 г.



2023 г.

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Белорусский национальный технический университет (протокол заседания Научно-методического совета Белорусского национального технического университета № 2 от 10.02.2023 г.);

Учреждение образования «Жировичский государственный аграрно-технический колледж» (протокол заседания Совета учреждения образования «Жировичский государственный аграрно-технический колледж» № 4 от 20.01.2023 г.);

Учреждение образования «Марьиногорский государственный ордена «Знак Почета» аграрно-технический колледж им. В.Е. Лобанка» (протокол заседания Совета учреждения образования «Марьиногорский государственный ордена «Знак Почета» аграрно-технический колледж им. В.Е. Лобанка» № 3 от 12.12.2022 г.)

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 6 от 27.01.2023 г.);

Учебно-методическим объединением по аграрному техническому образованию (протокол № 4 от 14.02.2023 г.)

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Программа «Электрические машины» предназначена для подготовки к вступительным испытаниям абитуриентов, имеющих среднее специальное образование и поступающих на сокращенный срок обучения по специальности 6-05-0812-04 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства».

Перечень специальностей среднего специального образования, соответствующих специальностям образовательной программы бакалавриата или непрерывной образовательной программы высшего образования, для получения высшего образования в сокращенный срок, определяются постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 01.11.2022 № 412 «О получении высшего образования в сокращенный срок».

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## 1. Машины постоянного тока

Устройство и принцип действия машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. Расчет обмоточных данных и построение развернутой схемы петлевых и волновых обмоток. ЭДС обмотки якоря машины постоянного тока. Уравнения ЭДС генератора и двигателя постоянного тока. Электромагнитный момент машины постоянного тока. Расчет потерь и коэффициента полезного действия. Пуск и регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Расчеты параметров машины постоянного тока: подводимой, электромагнитной и полезной мощности, момента, тока якоря, числа пар полюсов, частоты вращения, напряжения, магнитного потока, тока возбуждения, сопротивления обмотки якоря.

## 2. Синхронные машины

Устройство и принцип действия синхронных машин. Расчет обмоточных данных и построение развернутой схемы трехфазной обмотки машины переменного тока. Уравнение равновесия ЭДС, векторные диаграммы ЭДС и намагничивающих сил неявнополюсной и явнополюсной синхронной машины. Расчеты параметров синхронной машины: продольного и поперечного сопротивлений, напряжения, момента, частоты вращения, коэффициента полезного действия, тока, нагрузочного угла, основной ЭДС, обмоточного коэффициента, числа витков обмотки, частоты тока, подводимой, электромагнитной и полезной мощностей, магнитного потока. Параллельная работа синхронного генератора с сетью. Уменьшение потерь в питающей линии за счет компенсации реактивной мощности при применении синхронных машин.

## 3. Асинхронные машины

Устройство асинхронных машин. Рабочий процесс асинхронного двигателя. Определение параметров схемы замещения. Расчет потерь, коэффициента полезного действия, подводимой, электромагнитной и полезной мощности асинхронного двигателя. Момент и механическая характеристика асинхронной машины. Расчеты числа полюсов, частоты тока, частоты вращения, напряжения, тока, коэффициента мощности, скольжения асинхронного двигателя.

## 4. Трансформаторы

Устройство и принцип действия трансформаторов. Расчет напряжений, токов обмоток, коэффициента трансформации. Схема замещения и расчет ее параметров. Определение потерь, коэффициента полезного действия и мощности трансформатора. Расчет мощности короткого замыкания и холостого хода, тока холостого хода и напряжения короткого замыкания. Трехфазный трансформатор: схемы и группы соединения обмоток. Параллельная работа трансформаторов, условия включения. Определение уравнительного тока и суммарной нагрузки при параллельной работе трансформаторов.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Кацман, М. М. Электрические машины : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / М. М. Кацман. – 12-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 496 с.
2. Кацман, М. М. Сборник задач по электрическим машинам : учебное пособие / М. М. Кацман. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 160 с.
3. Лихачёв, В. Л. Справочник обмотчика асинхронных электродвигателей / В. Л. Лихачёв. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 240 с.
4. Подгайский, Г. Д. Электрические машины: учебное пособие / Г. Д. Подгайский, Н. Е. Шевчик. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2009. – 336 с.
5. Шевчик, Н. Е. Электрические машины : учебно-методическое пособие / Н. Е. Шевчик, И. В. Протосовицкий, В. М. Збродыга. – Минск : БГАТУ, 2020. – 40 с.

### Дополнительная

6. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» и «Электроэнергетика» / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – Санкт-Петербург : Питер, 2010. – 350 с.
7. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» и «Электроэнергетика»/ А. И. Вольдек, В. В. Попов. – Санкт-Петербург : Питер, 2008. – 320 с.
8. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для студентов электромеханических и электротехнических специальностей вузов / И. П. Копылов. – 6-е изд., стереотип. – М. : Высшая школа, 2009. – 608 с.

### Технические нормативные правовые акты

1. ГОСТ 2.722-68. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические: ЕСКД. – Взамен ГОСТ 7624-62 ; введ. 1971-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1998. – 14 с.
2. ГОСТ 26772-85. Машины электрические вращающиеся. Обозначения выводов и направление вращения. – Взамен ГОСТ 183-74 ; введ. 1987-01-01. - Москва : Издательство стандартов, 1986. – 28 с.
3. ГОСТ 12139-84. Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей, напряжений и частот. – Взамен ГОСТ 12139-74 ; введ. 1986-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1986. – 8 с.
4. ГОСТ 2479-79. Машины электрические вращающиеся. Условные обозначения конструктивных исполнений по способу монтажа. – Взамен ГОСТ 2479-65 ; введ. 1981-01-01. – Минск : Госстандарт, 2011. – 32 с.

5. ГОСТ IEC 60034-5-2011. Машины электрические вращающиеся. Часть 5. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин (Код IP). – Взамен ГОСТ 17494-87 ; введ. 2015-01-01. – Минск : Госстандарт, 2013. – 20 с.
6. ГОСТ 20459-87 (МЭК 34-6-69). Машины электрические вращающиеся. Методы охлаждения. Обозначения. – Взамен ГОСТ 20459-75 ; введ. 1989-01-01. – Минск : Госстандарт, 2012. – 16 с.
7. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – Введ. 1971-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 60 с.
8. ГОСТ 10683-73. Машины электрические. Номинальные частоты вращения и допускаемые отклонения. – Взамен ГОСТ 10683-63 ; введ. 1974-07-01. – Москва: издательство стандартов, 1973. – 12 с.
9. ГОСТ 8865-93 (МЭК 85-84). Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация. – Взамен ГОСТ 8865-87 ; введ. 1996-01-01. – Минск : Госстандарт, 2012. – 8 с.
10. ГОСТ 27471-87. Машины электрические вращающиеся. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 17154-71, Гост 23375-78 ; введ. 1988-07-01. – Москва: Издательство стандартов, 1989. – 68 с.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание по учебной дисциплине «Электрические машины» для абитуриентов, имеющих среднее специальное образование, проводится в письменной форме.

Экзаменационный вариант письменного испытания содержит 10 заданий различного уровня сложности.

Каждое задание определенного уровня оценивается баллами в соответствии с показателями (критериями) оценки теоретической и практической подготовленности абитуриентов (с учетом характера допущенных ошибок), указанными в таблице 1, и уровня сложности выполнения задания, приведенного в таблице 2.

Таблица 1 – Показатели (критерии) оценки результатов выполнения каждого задания на вступительном испытании по дисциплине

Баллы	Содержание показателя (критерия)
1 (один)	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала (основных расчетных соотношений для определения параметров и характеристик электрических машин и трансформаторов, схем соединения их обмоток). Отсутствие деятельности по применению знаний для решения поставленных задач
2 (два)	Выявление различий объектов изучения программного учебного материала (основных расчетных соотношений для определения параметров и характеристик электрических машин и трансформаторов, схем соединения их обмоток). Неумение применять знания при определении параметров электрических машин и трансформаторов, вычерчивании схем обмоток
3 (три)	Определение параметров электрических машин и трансформаторов (токов, напряжений, электродвижущих сил обмоток, моментов, потерь, коэффициента полезного действия и других), вычерчивание схем обмоток электрических машин с существенными ошибками
4 (четыре)	Определение параметров электрических машин и трансформаторов (токов, напряжений, электродвижущих сил обмоток, моментов, потерь, коэффициента полезного действия и других), вычерчивание схем обмоток электрических машин с единичными существенными ошибками
5 (пять)	Определение параметров электрических машин и трансформаторов (токов, напряжений, электродвижущих сил обмоток, моментов, потерь, коэффициента полезного действия и других), вычерчивание схем обмоток электрических машин с осознанным воспроизведением

Баллы	Содержание показателя (критерия)
	большой части программного учебного материала с несущественными ошибками
6 (шесть)	Определение параметров электрических машин и трансформаторов (токов, напряжений, электродвижущих сил обмоток, моментов, потерь, коэффициента полезного действия и других), вычерчивание схем обмоток электрических машин с полным осознанным воспроизведением большей части программного учебного материала с несущественными ошибками
7 (семь)	Прочное знание и полностью осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала при определении параметров электрических машин и трансформаторов (токов, напряжений, электродвижущих сил обмоток, моментов, потерь, коэффициента полезного действия и других) и вычерчивании схем обмоток электрических машин. Наличие единичных несущественных ошибок
8 (восемь)	Полное, прочное, глубокое знание и осознанное применение программного учебного материала и его применение при определении параметров электрических машин и трансформаторов (токов, напряжений, электродвижущих сил обмоток, моментов, потерь, коэффициента полезного действия и других) и вычерчивании схем обмоток электрических машин. Наличие единичных несущественных ошибок
9 (девять)	<p>Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала и его применение при определении параметров электрических машин и трансформаторов (токов, напряжений, электродвижущих сил обмоток, моментов, потерь, коэффициента полезного действия и других) и вычерчивании схем обмоток электрических машин.</p> <p>Оперативное применение учебного материала как на основе правил и предписаний, так и на основе поиска новых знаний, способов решения задач, наличие действий и операций творческого характера при выполнении заданий</p>
10 (десять)	<p>Свободное оперирование программным учебным материалом различной степени сложности (объясняет сущность физических процессов в электрических машинах и трансформаторах, их эксплуатационные свойства, знает их схемы).</p> <p>Проявление гибкости в применении знаний, демонстрация рациональных способов решения задач (вычерчивает принципиальные схемы, рассчитывает все параметры электрических машин и трансформаторов)</p>



Таблица 2 – Шкала для определения максимального количества баллов за выполнение каждого задания с учетом его сложности

Номер уровня	Номер задания ( <i>i</i> )	Коэффициент весомости, учитывающий сложность выполнения задания ( <i>k<sub>i</sub></i> )
I	1	0,85
	2	0,85
	3	0,85
II	4	1,0
	5	1,0
	6	1,0
	7	1,0
III	8	1,10
	9	1,10
IV	10	1,25

Итоговая отметка определяется по формуле:

$$B_o = \frac{\sum_{i=1}^{10} B_i k_i}{10},$$

где  $B_o$  – итоговая отметка в баллах по дисциплине;

$B_i$  – балл, полученный за выполнение соответствующего  $i$ -го задания;

$k_i$  – весовой коэффициент, учитывающий сложность выполнения соответствующего  $i$ -го задания.

Итоговая отметка  $B_o$  округляется до целых по правилам арифметики.