

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

2021 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.О.24 «Силовая электроника»

(наименование дисциплины (модуля))

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Электроснабжение

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

Бакалавр

квалификация

очная и заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:

Доцент
(должность)

(подпись)

А.М. Абдуллин
(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ЭТЭОП,
протокол № 7 от 19.03 2021 г.

Зав. кафедрой

(подпись)

Е. В. Тумаева
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Тумаева Е.В., зав. кафедрой ЭТЭОП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ф.И.О., должность, организация, подпись

Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенции:

ОПК-3 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Индикаторы достижения компетенции:

ОПК-3.1 - Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-3.2 - Умеет использовать основные методы естественнонаучных дисциплин, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-3.3 - Владеет навыками практического использования законов естественнонаучных дисциплин, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ОПК-5 - Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности.

Индикаторы достижения компетенции:

ОПК-5.1 - Знает основные свойства конструкционных и электротехнических материалов;

ОПК-5.2 - Умеет проводить расчеты параметров и режимов объектов профессиональной деятельности с учетом свойств конструкционных и электротехнических материалов;

ОПК-5.3 - Владеет методами учета свойств конструкционных и электротехнических материалов при расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности.

Для очного отделения

| <i>Индикаторы достижения компетенции</i> | <i>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)</i> | | | | <i>Наименование оценочного средства</i> |
|---|---|------------------------------------|------------------------------------|--|---|
| | <i>Лекции</i> | <i>Практические занятия</i> | <i>Лабораторные занятия</i> | <i>Курсовой проект (работа)</i> | |
| ОПК-3.1 | <i>Темы 1-7</i> | <i>Темы 1,2,3,6</i> | <i>Темы 2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/расчетно-графическая работа/экзамен</i> |
| ОПК-3.2 | <i>Темы 1-7</i> | <i>Темы 1,2,3,6</i> | <i>Темы 2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/расчетно-</i> |

| | | | | | |
|---------|-----------------|---------------------|-----------------|-------------------------|--|
| | | | | | <i>графическая работа/экзамен</i> |
| ОПК-3.3 | <i>Темы 1-7</i> | <i>Темы 1,2,3,6</i> | <i>Темы 2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/расчетно-графическая работа/экзамен</i> |
| ОПК-5.1 | <i>Темы 1-7</i> | <i>Темы 1,2,3,6</i> | <i>Темы 2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/расчетно-графическая работа/экзамен</i> |
| ОПК-5.2 | <i>Темы 1-7</i> | <i>Темы 1,2,3,6</i> | <i>Темы 2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/расчетно-графическая работа/экзамен</i> |
| ОПК-5.3 | <i>Темы 1-7</i> | <i>Темы 1,2,3,6</i> | <i>Темы 2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/расчетно-графическая работа/экзамен</i> |

Для заочного отделения

| <i>Индикаторы достижения компетенции</i> | <i>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</i> (указать все темы из РПД) | | | | <i>Наименование оценочного средства</i> |
|---|--|------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| | <i>Лекции</i> | <i>Практические занятия</i> | <i>Лабораторные занятия</i> | <i>Курсовой проект (работа)</i> | |
| ОПК-3.1 | <i>Темы 1,2,6</i> | <i>Темы 2,6</i> | <i>Темы 2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/контрольная работа /экзамен</i> |

| | | | | | |
|---------|-------------------|----------------|----------------|-------------------------|--|
| ОПК-3.2 | <i>Темы 1,2,6</i> | <i>Темы2,6</i> | <i>Темы2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/контрольная работа /экзамен</i> |
| ОПК-3.3 | <i>Темы 1,2,6</i> | <i>Темы2,6</i> | <i>Темы2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/контрольная работа /экзамен</i> |
| ОПК-5.1 | <i>Темы 1,2,6</i> | <i>Темы2,6</i> | <i>Темы2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/контрольная работа /экзамен</i> |
| ОПК-5.2 | <i>Темы 1,2,6</i> | <i>Темы2,6</i> | <i>Темы2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/контрольная работа /экзамен</i> |
| ОПК-5.3 | <i>Темы 1,2,6</i> | <i>Темы2,6</i> | <i>Темы2,5</i> | <i>Не предусмотрены</i> | <i>Лабораторная работа/контрольная работа /экзамен</i> |

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Очное отделение

| <i>Оценочные средства</i> | <i>Кол-во</i> | <i>Min, баллов (базовый уровень)</i> | <i>Max, баллов (повышенный уровень)</i> |
|---|----------------------|---|--|
| <i>Лабораторная работа</i> | <i>4</i> | <i>18</i> | <i>30</i> |
| <i>Расчетно-графическая работа</i> | <i>1</i> | <i>18</i> | <i>30</i> |
| <i>Экзамен</i> | <i>1</i> | <i>24</i> | <i>40</i> |
| <i>Итого:</i> | | <i>60</i> | <i>100</i> |

Заочное отделение

| <i>Оценочные средства</i> | <i>Кол-во</i> | <i>Min, баллов (базовый уровень)</i> | <i>Max, баллов (повышенный уровень)</i> |
|-----------------------------------|----------------------|---|--|
| <i>Лабораторная работа</i> | <i>2</i> | <i>18</i> | <i>30</i> |
| <i>Контрольная работа</i> | <i>1</i> | <i>18</i> | <i>30</i> |
| <i>Экзамен</i> | <i>1</i> | <i>24</i> | <i>40</i> |
| <i>Итого:</i> | | <i>60</i> | <i>100</i> |

Шкала оценивания

| Цифровое выражение | Выражение в баллах: | Словесное выражение | Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля: | |
|--------------------|---------------------|---------------------------------|--|--|
| | | | экзамен / зачет с оценкой | зачет |
| 5 | 87 - 100 | Отлично (зачтено) | Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий | Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр |
| 4 | 74 - 86 | Хорошо (зачтено) | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. | |
| 3 | 60 - 73 | Удовлетворительно (зачтено) | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала. | |
| 2 | Ниже 60 | Неудовлетворительно (незачтено) | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному | Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя. |

Краткая характеристика оценочных средств

| <i>№ п/п</i> | <i>Наименование оценочного средства</i> | <i>Краткая характеристика оценочного средства</i> | <i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i> |
|------------------|---|---|--|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> |
| 1. | Лабораторная работа | Это вид учебной работы, целью которой является изучение, исследование, измерение характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины с использованием технических средств и оборудования | Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы |
| 2. | Практическое занятие | В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных объектов, явлений. Целью практических занятий является выработка у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач. | Темы практических занятий. |
| 3. | Контрольная работа | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. | Комплект контрольных заданий по вариантам |
| 4 | Расчетно-графическая работа | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач по дисциплине в целом. | Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль/ Программа «Электроснабжение»

Учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Силовая электроника».

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

Лабораторная работа №1. Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя

1. Схема виртуальной установки.
2. Выражения для расчета основных характеристик.
3. Нагрузочная характеристика.
4. Энергетические характеристики.
5. Осциллограммы мгновенных напряжений и токов.
6. Выводы по работе.

Лабораторная работа №2. Исследование трехфазного двухполупериодного (мостового) выпрямителя

1. Схема виртуальной установки.
2. Выражение для расчета основных характеристик.
3. Нагрузочные характеристики выпрямителя без учета коммутации и при учете коммутации (на одном графике).
4. Энергетические характеристики выпрямителя $i_{d,cp}$, $i_{d,max}$, $i_I(I)_{max}$ без учета коммутации и при учете коммутации (на одном графике).
5. Энергетические характеристики $s_I(I)$, $p_I(I)$.
6. Осциллограммы мгновенных напряжений и токов.
7. Выводы по работе.

Лабораторная работа №3. Исследование трехфазного инвертора, ведомого с сетью

1. Схема виртуальной установки.
2. Выражения для расчета основных характеристик.
3. Энергетические характеристики.
4. Регулировочная характеристика.
5. Спектральный состав тока в цепи переменного тока.
6. Выводы по работе.

Лабораторная работа №4. Исследование однофазного (мостового) инвертора с симметричным законом управления

1. Схема виртуальной установки.
2. Выражения для расчета основных характеристик.
3. Нагрузочная характеристика инвертора.
4. Энергетические характеристики инвертора.
5. Регулировочная характеристика инвертора.
6. Спектральный состав напряжения и тока нагрузки.
7. Выводы по работе.

Материалы лабораторных работ приведены в методическом указании, разработанном на кафедре «Электротехника и энергообеспечение предприятий»:

Гаврилов, Е.Н. Силовая электроника: учебно-методическое пособие к лабораторным работам / Е.Н. Гаврилов. - Казань: Школа, 2020. - 90с.

Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Силовая электроника» студент должен выполнить следующие виды работ:

Очное отделение

| Виды работ | Минимальный балл | Максимальный балл |
|---|------------------|-------------------|
| Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе | 1 | 1 |
| Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы | 1 | 1 |
| Выполнение необходимого эксперимента | 1 | 2 |
| Обработка результатов исследования, построение графиков | 1 | 2 |
| Анализ результатов исследования и вывод по работе | 1 | 2 |
| ИТОГО: | 5 | 8 |

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 5 баллов, максимум в 8 баллов. Студенты очного отделения выполняют 4 лабораторные работы, поэтому **минимальное** количество баллов по результатам лабораторных занятий составляет 20 баллов, **максимальное** – 32 балла.

Заочное отделение

| Виды работ | Минимальный балл | Максимальный балл |
|---|------------------|-------------------|
| Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе | 1 | 2 |
| Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной | 1 | 2 |

| | | |
|---|-----------|-----------|
| работы | | |
| Выполнение необходимого эксперимента | 3 | 4 |
| Обработка результатов исследования, построение графиков | 3 | 4 |
| Анализ результатов исследования и вывод по работе | 2 | 4 |
| ИТОГО: | 10 | 16 |

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 9 баллов, максимум в 15 баллов. Студенты заочного отделения выполняют 2 лабораторные работы, поэтому **минимальное** количество баллов по результатам лабораторных занятий составляет 20 баллов, **максимальное** – 32 балла.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет информационных технологий
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль/ Программа «Электроснабжение»

Расчетно-графическая работа
по дисциплине «Силовая электроника»
(для очного отделения)
Контрольная работа
по дисциплине «Силовая электроника»
(для заочного отделения)

Задание 1. Для предложенного в таблице 1 двигателя постоянного тока с независимым возбуждением следует рассчитать элементы трехфазного управляемого (тиристорного) нереверсивного выпрямителя, получающего питание от сети через трансформатор. Схема выпрямителя указана в табл. 1. Параметры питающей сети $U_{\text{л}} = 380\text{В}$, $f = 50\text{Гц}$.

Таблица 1

| № варианта | P_H | U_H | η , % | $L_{\text{я}}$ | Схема выпрямителя |
|------------|-------|-------|------------|----------------|-------------------|
| 1 | 15 | 220 | 85,5 | 2,7 | мостовая |
| 2 | 15 | 440 | 86 | 11 | со средней точкой |
| 3 | 26 | 440 | 89 | 4,9 | мостовая |
| 4 | 26 | 220 | 89,5 | 0,68 | со средней точкой |
| 5 | 37 | 440 | 79,5 | 2,2 | мостовая |
| 6 | 13 | 440 | 82 | 25,5 | со средней точкой |
| 7 | 22 | 440 | 84,5 | 16,8 | мостовая |
| 8 | 22 | 220 | 87,5 | 1,6 | со средней точкой |
| 9 | 36 | 440 | 87,5 | 8,1 | мостовая |
| 10 | 60 | 440 | 90,5 | 1,6 | со средней точкой |
| 11 | 7,5 | 220 | 77 | 82,43 | мостовая |
| 12 | 11 | 220 | 79,5 | 62,25 | со средней точкой |
| 13 | 15 | 220 | 80,5 | 62,25 | мостовая |
| 14 | 37 | 220 | 86,5 | 45,75 | со средней точкой |
| 15 | 18 | 220 | 80,5 | 37,9 | мостовая |
| 16 | 18 | 440 | 80,5 | 37,9 | со средней точкой |
| 17 | 50 | 440 | 87 | 29,8 | мостовая |
| 18 | 55 | 220 | 87 | 26,8 | со средней точкой |

| | | | | | |
|----|-----|-----|------|------|-------------------|
| 19 | 55 | 440 | 87 | 20,2 | мостовая |
| 20 | 45 | 220 | 86 | 28 | со средней точкой |
| 21 | 45 | 440 | 86,5 | 30 | мостовая |
| 22 | 75 | 220 | 88,5 | 22,8 | со средней точкой |
| 23 | 90 | 440 | 89 | 25 | мостовая |
| 24 | 110 | 220 | 89,5 | 22,8 | со средней точкой |
| 25 | 110 | 440 | 89,5 | 30 | мостовая |

ЗАДАНИЕ 2. По каталогам фирм-производителей выбрать преобразователь частоты для работы в составе частотно-регулируемого электропривода насоса с асинхронным двигателем (тип двигателя указан в таблице 2), рассчитать основные параметры выбранного преобразователя частоты.

Таблица 2

| № варианта | Тип двигателя |
|---------------|---------------|
| 1 | 5A80MA2 |
| 2 | 5AM112M2 |
| 3 | AIPM132M2 |
| 4 | 5A160S2 |
| 5 | 5A160M2 |
| 6 | AIP180S2 |
| 7 | AIP180M2 |
| 8 | 5A200M2 |
| 9 | 5A200L2 |
| 10 | 5A225M2 |
| 11 | 5AM250S2 |
| 12 | 5AM250M2 |
| 13 | 5A200M4 |
| 14 | 5A200L4 |
| 15 | 5A225M4 |
| 16 | 5AM250S4 |
| 17 | 5AM112MA6 |
| 18 | 5AM112MB6 |
| 19 | 5A160M6 |
| 20 | 5A200M6 |

ЗАДАНИЕ 3. Письменно ответить на вопросы, указанные в соответствующих вариантах:

- 1 вариант – 1, 9
- 2 вариант – 2, 10
- 3 вариант – 3, 11
- 4 вариант – 4, 12
- 5 вариант – 5, 13
- 6 вариант – 6, 14

- 7 вариант – 7, 15
- 8 вариант – 8, 16
- 9 вариант – 9, 8
- 10 вариант – 10, 7
- 11 вариант – 11, 6
- 12 вариант – 12, 5
- 13 вариант – 11, 4
- 14 вариант – 10, 3
- 15 вариант – 9, 2
- 16 вариант – 8, 1

- 1. Полупроводниковые диоды
- 2. Транзисторы – биполярные, полевые и IGBT-транзисторы
- 3. Тиристоры – однооперационные и GTO-тиристоры
- 4. Трехфазный управляемый выпрямитель со средней точкой
- 5. Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель
- 6. Энергетические показатели выпрямителей и методы их повышения
- 7. Индуктивный и емкостный сглаживающие фильтры
- 8. Зависимые инверторы
- 9. Автономные инверторы тока
- 10. Автономные инверторы напряжения
- 11. Широтно-импульсная модуляция
- 12. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока
- 13. Преобразователи частоты с непосредственной связью
- 14. Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока
- 15. Устройства плавного пуска (импульсные регуляторы переменного напряжения)
- 16. Источники бесперебойного питания

Минимальный балл за расчетно-графическую/контрольную работу составляет 16, максимальный балл- 28.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль/ Программа «Электроснабжение»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой _____ Е.В.Тумаева
«» 20 г.

**Список экзаменационных вопросов
по дисциплине «Силовая электроника»**

1. Полупроводниковые приборы. Р-п-переход.
2. Транзисторы – биполярные, полевые и IGBT–транзисторы
3. Тиристоры – однооперационные и GTO- тиристоры
4. Однофазный однополупериодный выпрямитель
5. Однофазный двухполупериодный выпрямитель
6. Однофазный мостовой выпрямитель
7. Управляемый однофазный двухполупериодный выпрямитель со средней точкой.
8. Управляемый однофазный мостовой выпрямитель
9. Трехфазный выпрямитель с нулевым выводом
10. Трехфазный управляемый выпрямитель со средней точкой
11. Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель
12. Индуктивный и емкостной сглаживающие фильтры
13. Энергетические показатели выпрямителей и методы их повышения
14. Инверторы ведомые сетью
15. Автономные инверторы напряжения
16. Автономные инверторы тока
17. Преобразователи частоты с непосредственной связью
18. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока
19. Устройства плавного пуска (импульсные регуляторы переменного напряжения)
20. Источники бесперебойного питания

Максимальный балл за экзамен составляет 40, минимальный балл 24.