Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.09.2023 15:24:12
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и городского хозяйства
К.И. Лушин
«____» _____ 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Энергоснабжение автономных систем»

Направление подготовки
13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль
Автоматизированные энергетические установки

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва
2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины **«Энергоснабжение автономных систем»** следует отнести:

- изучение объектов с автономными энергоустановками и системами применительно к энергоснабжению автономных объектов, использующих привозное и получаемое на месте органическое топливо, а также ресурсы электрохимической энергетики и возобновляемых источников энергии;
- раскрытие возможностей эффективного использования возобновляемых источников для нужд автономного энергоснабжения, в том числе с водородным аккумулированием энергии.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Энергоснабжение автономных систем**» следует отнести:

- ознакомление обучающихся с традиционными методами энергоснабжения автономных объектов, основанными на использовании энергоустановок на органическом топливе и аккумуляторных батарей;
- формирование технологий эффективного использования возобновляемых источников для нужд автономного энергоснабжения, в том числе с водородным аккумулированием энергии.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Энергоснабжение автономных систем**» входит в вариативную часть цикла профессиональных дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров, по профилю «Автоматизированные энергетические установки» направления **13.03.03 Энергетическое машиностроение.**

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах и практиках ООП:

- «Цифровая грамотность»;
- «Электротехника и электроника»;
- «Метрология, технические измерения и управление процессами в энергетике».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности	**Знать:** основные виды энергоустановок, принципы их работы и характеристики; методы проведения информационного поиска по проблемам электрохимической и водородной энергетики, а также методам и инструментам для исследования их характеристик. **Уметь:** осуществлять подбор оборудования для решения задач автономного энергоснабжения; проводить экономическую оценку применения того или иного схемного решения для решения задач автономного энергоснабжения. **Владеть:** терминологией в области тепло-электроснабжения; навыками поиска информации по тематике профиля; информацией о технических параметрах оборудования применительно к технологиям возобновляемых источников энергии, а также электрохимической и водородной энергетики.

4. Структура и содержание дисциплины

Разделы дисциплины «**Энергоснабжение автономных систем**» изучаются на третьем курсе в **шестом** семестре. Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет **6** зачетных единиц (**216** часов). Аудиторные часы – **108**, в том числе лекции **36**, практические занятия – **72** часа, самостоятельная подготовка – **108** часов.

Форма контроля: **экзамен (**шестой семестр**).**

Структура и содержание дисциплины «**Энергоснабжение автономных систем**» отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Шестой семестр

Тема 1. Введение. характеристика предмета курса; понятие управления системой тепло- и электроснабжения промышленного предприятия с учетом многих факторов от различных генерирующих источников с минимальными затратами с целью обеспечения надежного и стабильного производственного процесса.

Тема 2. Снабжение объектов комплексами тепловой и электрической энергии. Система электроснабжения как объект управления. Выбор рациональных схем тепло- и электроснабжения промпредприятий. Комплексные вопросы энергоснабжения промышленных предприятий. Выбор энергоносителей. Размещение промышленности. Комбинирование как внутри промышленности, так и совместно, промышленности и энергетики.

Тема 3. Задачи построения автономных энергетических систем. Задачи общей рационализации энергетического хозяйства. Перевод на централизованное теплоснабжение от промышленной ТЭЦ всех или большинства технологических, силовых и отопительно-вентиляционных процессов объединяет в единый энергетический комплекс производство электроэнергии и тепла и потребление тепла. Централизованное теплоснабжение предприятий развивается на базе как промышленных, так и районных ТЭЦ. Расположение промышленных ТЭЦ в пределах действия районных электроэнергетических систем.

Тема 4. Теплофикация, распределение пара и горячей хозяйственной воды: Определение расхода тепла, его параметров и характерных режимов теплоснабжения отдельных групп потребителей. Определение характера возможного использования тепла вторичных энергоресурсов и выбор рациональных схем этого использования. Определение параметров теплоносителей, тепловой нагрузки и режима отпуска тепла от промышленной ТЭЦ.

Тема 5. Направления использования вторичных энергоресурсов: Общая методика определения эффективности использования вторичных энергоресурсов. Горючие газы, получаемые в пирогенетических процессах переработки топлив. Горячие газы, получаемые главным образом при термической обработке металлов и силикатов (отходящие газы промышленных печей). Низкотемпературные вторичные энергоресурсы.

Тема 6. Выбор параметров и режимы систем энергоснабжения: Экономия топлива в теплофикационных системах в зависимости от величины расчетных температур ТЭЦ. Оптимизация режима работы энергообъединения по электрической энергии.

Тема 7. Основные закономерности распределения нагрузки. Декомпозиция задачи оптимального распределения нагрузки. Иерархия в пространстве, во времени, ситуативная иерархия. Оптимальное распределение нагрузки по производству электрической и тепловой энергии между электрическими станциями – оптимизация на уровне энергосистемы. Оптимальное распределение нагрузки по производству электрической и

тепловой энергии между агрегатами станции – внутристанционная оптимизация.

Тема 8. Энергоснабжение автономных объектов на основе технологии твердооксидных топливных элементов. Схемы тепло-электроснабжения автономного объекта с использованием газового котла и твердооксидного топливного элемента. Графики нагрузки в зависимости от времени года и климатических условий региона. Особенности использования привозного или получаемого на месте потребления газа.

Тема 9. Автономные электростанции на органическом топливе. Автономные электростанции и системы теплоснабжения на основе энергоустановок, использующих органическое топливо: дизельные, бензиновые, газотурбинные, газодизельные, газопоршневые, парогазовые. Схемы энергоснабжения. Сравнительные характеристики. Экономический аспект.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «**Энергоснабжение автономных систем»** и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетного задания;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины **«Энергоснабжение автономных систем».**

Изучение дисциплины ориентировано на применение технологий контролируемой самостоятельной работы и проектного обучения. В рамках контролируемой самостоятельной работы планируется выполнение и защита индивидуальных заданий по основным темам дисциплины, задание для курсового проекта предполагает самостоятельную разработку функционально законченного микропроцессорного устройства управления.
Для проведения аудиторных занятий используется:

- при чтении лекций – компьютерная и проекционная техника;
- при проведении практических и лабораторных занятий – интерактивная доска, пакет прикладных программ моделирования электронных схем Multisim, расчетный пакет Matlab; программная среда инженерного проектирования LADVIEW

Проведение занятий предусматривается также на сайте http://online.mospolytech.ru на основе разработанных кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем темам дисциплины:

Дисциплина	Ссылка
Энергооборудование автономных объектов	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=2895

Разработанные ЭОР включают промежуточные и итоговые тесты.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов. Оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, выполнение курсовой работы по индивидуальному заданию для каждого обучающегося в соответствии с темами:

- Эффективные способы снижения потерь в энергоустановках.
- Практика использования вторичных энергоресурсов.
- Использование тепла отходящих газов теплогенерирующих установок.
- Утилизация подогретой воды, воздуха и конденсата в системах охлаждения.
- Утилизация тепла канализационных стоков.

Задание для выполнения курсовой работы выбирается студентом самостоятельно в зависимости от характера его основной работы или научных интересов и утверждается преподавателем.

Курсовая работа включает в себя: титульный лист; исходные данные; введение, обоснование актуальности темы; основную (расчетную) часть; выводы; библиографический список; приложения (если необходимо).

Текст курсовой работы – (12–15 с.) представляется на бумажном носителе формата А-4. Тезисы доклада – (1-2 с.) размещаются на сайте кафедры.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения разделов дисциплины. Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложениях.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесс

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	Оценка «неудовлетворительно» или отсутствие сформированности компетенции	**Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции**	**Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции**	**Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции**
ПК – 3. Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности				
Знать: методы проведения информационного поиска по проблемам электрохимической и водородной энергетики, а также методам и инструментам для исследования их характеристик; основные элементы технологий водородной и электрохимической энергетики, их основные характеристики и специальную терминологию.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, и модернизации энергетического теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы обеспечения бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического теплотехнического и теплотехнологического оборудования.
Уметь: осуществлять подбор оборудования для решения	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет осуществлять	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих

задач автономного энергоснабжения; проводить экономическую оценку применения того или иного схемного решения для задач автономного энергоснабжения; выбирать физико-химические методы и инструменты для исследования элементов водородных и электрохимических технологий.	подбор оборудования для решения задач автономного энергоснабжения; проводить экономическую оценку применения того или иного схемного решения для решения задач автономного энергоснабжения; выбирать физико-химические методы и инструменты для исследования элементов водородных и электрохимических технологий.	умений: проводить экономическую оценку применения того или иного схемного решения для решения задач автономного энергоснабжения; выбирать физико-химические методы и инструменты для исследования элементов водородных и электрохимических.	умений: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	умений: использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора устройств электротехнического оборудования, применения того или иного схемного решения для задач автономного энергоснабжения; выбирать физико-химические методы и инструменты для исследования элементов водородных и электрохимических технологий.
Владеть терминологией в области автономных источников энергии, электрохимической и водородной энергетики; информацией о технических параметрах оборудования применительно к технологиям возобновляемых источников энергии, а также электрохимической и	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: терминологией в области автономных источников энергии, электрохимической и водородной энергетики; информацией о технических параметрах оборудования применительно к технологиям возобновляемых источников	Обучающийся не полностью владеет навыками применения полученной информации при проектировании автономных источников энергии, электрохимической и водородной энергетики; информацией о технических параметрах оборудования	Обучающийся частично владеет навыками применения полученной информации при проектировании автономных источников энергии, электрохимической и водородной энергетики; информацией о технических параметрах оборудования применительно к технологиям возобновляемых источников	Обучающийся в полном объеме владеет навыками применения полученной информации при проектировании автономных источников энергии, электрохимической и водородной энергетики; информацией о технических параметрах оборудования применительно

водородной энергетики; навыками применения полученной информации при проектировании систем автономной энергетики.	энергии, а также электрохимической и водородной энергетики; навыками применения полученной информации при проектировании систем автономной энергетики.	применительно к технологиям возобновляемых источников энергии, а также электрохимической и водородной энергетики; навыками применения полученной информации при проектировании систем автономной энергетики.	энергии, а также электрохимической и водородной энергетики; навыками применения полученной информации при проектировании систем автономной энергетики.	к технологиям возобновляемых источников энергии, а также электрохимической и водородной энергетики; навыками применения полученной информации при проектировании систем автономной энергетики.

Форма промежуточной аттестации - экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины «Микропроцессорная техника в системах управления силовым оборудованием» (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем заданий на семинарских занятиях, выступили с докладом на семинарском занятии)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика [Электронный ресурс]: учеб. / Трухний А.Д. [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. — 472 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72255. — Загл. с экрана.

2. Розанов Ю.К., Основы современной энергетики. Том 2. Современная электроэнергетика [Электронный ресурс]: учеб. / Розанов Ю.К., Старшинов В.А., Серебрянников С.В.. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. — 632 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72256. — Загл. с экрана.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://lib.mami.ru/ebooks/) в разделе «Библиотека».

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://lib.mami.ru/ebooks/) в разделе «Библиотека».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:
http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_page=3;
http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-po-spetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, самостоятельной работы. АВ2402, АВ2403, АВ2414. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

АВ2404. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса. Проектор, интерактивная доска, ПК.

АВ2406. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

Маркерная доска. Ноутбук.

Лабораторные установки:

- «Определение коэффициента теплоотдачи методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;
- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Лабораторная установка («Valtec») «Модель системы отопления и теплоснабжения индивидуального жилого дома».

Элементы теплоэнергетического оборудования и систем.

АВ2415. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.

Лабораторные установки:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)».

Комплект образцов технических средств измерений теплотехнологических параметров.

Проектор, маркерная доска, ПК, экран

Модель паровой котельной установки с механическим приводом.

Теплотехнические средства измерения для учебного процесса.

Элементы теплоэнергетического оборудования и систем.

Операционная система, Windows 7 (или ниже) – MicrosoftOpenLicense

Лицензия № 61984214, 61984216, 61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215

Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – MicrosoftOpenLicense

Лицензия № 61984042

Антивирусное ПО, KasperskyEndpointSecurity для бизнеса – Стандартный

Лицензии № 1752161117060156960164.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

По специальности можно рекомендовать следующие научные журналы на английском языке и интернет порталы: International Journal of Hydrogen Energy, Journal of Power Sources, http://www.portalnano.ru/, базы данных зарубежных научных журналов с использованием портала. Сайт Центра коллективного пользования «Водородная и электрохимические технологии» / Сайт Международного Симпозиума «Водородная и электрохимические технологии» http://H3-symposium.ru/

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины базируется на компетентностном, практико-ориентированном подходе. Методика преподавания дисциплины направлена на организацию систематической планомерной работы студента в течение семестра независимо от формы его обучения. В связи с этим следует обратить внимание на особую значимость организаторской составляющей профессиональной деятельности преподавателя.

Основная работа со студентами очной формы обучения проводится на аудиторных лекциях и лабораторных и практических занятиях. Лекционный курс включает установочные, проблемные, обзорные лекции. Интерактивность лекционного курса обеспечивается оперативным опросом или тестированием в конце занятия. Широко применяются методы диалога, собеседований и дискуссий в ходе лекции. Проблемное обучение базируется на примерах конкретных предприятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ПрООП ВО по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» и профилю «**Автоматизированные энергетические установки**»

Авторы

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент В.Н. Чичерюкин

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 26 мая 2022 г. № 11.

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Руководитель ООП И.Л. Савельев

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Энергоснабжение автономных систем» по направлению подготовки 13.03.03 Автоматизированные энергетические установки (бакалавр)

	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Форма аттестации	
	шестой семестр			**Л**	**П/С**	**ЛБ**	**СРС**	**КСР**	**К.Р.**	**К.П.**	**РГР**	**Реферат**	**Т**	**Э**	**З**
Тема 1	**Введение.** Характеристика предмета курса; понятие управления системой тепло- и электроснабжения промышленного предприятия с учетом многих факторов от различных генерирующих источников с минимальными затратами с целью обеспечения надежного и стабильного производственного процесса.	6	1	4			4		+				+		
	Семинарское занятие. Определения. Классификация энергоустановок. Энергоустановки на органическом топливе. Энергоустановки возобновляемых источниках энергии. Электрохимические энергоустановки. Классификация автономных энергетических систем	6	1		4		4		+				+		
	Семинарское занятие. Классификация потребителей. Место автономных энергетических систем в энергосистеме региона и страны.	6	2		4		4		+				+		
Тема 2	**Снабжение объектов комплексами тепловой и электрической энергии.** Система электроснабжения как объект управления. Выбор рациональных схем тепло- и электроснабжения промпредприятий. Комплексные вопросы энергоснабжения промышленных предприятий. Выбор энергоносителей. Размещение промышленности. Комбинирование как внутри промышленности, так и совместно, промышленности и энергетики	6	3	4			4		+				+		
	Семинарское занятие.	6	3		4		4		+				+		

	Критерии выбора энергоустановки для автономного энергоснабжения. Электрохимические энергоустановки. Классификация. Аккумуляторные батареи.														
	Семинарское занятие.	6	4		4		4		+				+		
	Контроллеры согласования и управления. Зарядные устройства. Инверторы.														
Тема 3	**Задачи построения автономных энергетических систем.** Задачи общей рационализации энергетического хозяйства. Перевод на централизованное теплоснабжение от промышленной ТЭЦ всех или большинства технологических, силовых и отопительно-вентиляционных процессов объединяет в единый энергетический комплекс производство электроэнергии и тепла и потребление тепла. Централизованное теплоснабжение предприятий развивается на базе как промышленных, так и районных ТЭЦ. Расположение промышленных ТЭЦ в пределах действия районных электроэнергетических систем.	6	5	4			4		+				+		
	Семинарское занятие. Централизованное теплоснабжение предприятий	6	5		4		4		+				+		
	Семинарское занятие.	6	6		4		4		+				+		
	Энергоустановки на основе внутреннего сгорания топлива. Бензогенераторы (БГ). Рабочий цикл. Индикаторная диаграмма.														
Тема 4	**Теплофикация, распределение пара и горячей хозяйственной воды**: Определение расхода тепла, его параметров и характерных режимов теплоснабжения отдельных групп потребителей. Определение характера возможного использования тепла вторичных энергоресурсов и выбор рациональных схем этого использования. Определение параметров теплоносителей, тепловой нагрузки и режима отпуска тепла от промышленной ТЭЦ.	6	7	4			4		+				+		
	Семинарское занятие.	6	7		4		4		+				+		

	Дизельгенераторы (ДГ). Газопоршненые агрегаты (ГПА) на природном газе, биогазе и синтезгазе.														
	Семинарское занятие.	6	8		4		4		+				+		
	Микротурбины на природном и синтезируемом газе. Технологическая схема, основные элементы, параметры работы и характеристики.														
Тема 5	**Направления использования вторичных энергоресурсов:** Общая методика определения эффективности использования вторичных энергоресурсов. Горючие газы, получаемые в пирогенетических процессах переработки топлив. Горячие газы, получаемые главным образом при термической обработке металлов и силикатов (отходящие газы промышленных печей). Низкотемпературные вторичные энергоресурсы.	6	9	4			4		+				+		
	Семинарское занятие.	6	9		4		4		+				+		
	Тепловые насосы (ТН). Технологическая схема, основные элементы, параметры работы и характеристики.														
	Семинарское занятие.	6	10		4		4		+				+		
	Способы переработки и использования различных видов топлив для автономного энергоснабжения														
Тема 6	**Выбор параметров и режимы систем энергоснабжения.** Экономия топлива в теплофикационных системах в зависимости от величины расчетных температур ТЭЦ. Оптимизация режима работы энергообъединения по электрической энергии.	6	11	4			4		+				+		
	Семинарское занятие. Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения автономных потребителей.	6	11		4		4		+				+		
	Семинарское занятие.	6	12		4		4		+				+		
	Солнечные вакуумные коллекторы (СВК). Принцип работы и основные характеристики														

Тема 7	**Основные закономерности распределения нагрузки.** Декомпозиция задачи оптимального распределения нагрузки. Иерархия в пространстве, во времени, ситуативная иерархия. Оптимальное распределение нагрузки по производству электрической и тепловой энергии между электрическими станциями – оптимизация на уровне энергосистемы. Оптимальное распределение нагрузки по производству электрической и тепловой энергии между агрегатами станции – внутристанционная оптимизация.	6	13	4			4		+				+		
	Семинарское занятие. Классификация типов топливных элементов. Основные закономерности работы и характеристики.	6	13		4		4		+				+		
	Семинарское занятие. Методы расчета и оптимизации применительно к системам автономного энергоснабжения.	6	14		4		4		+				+		
Тема 8	**Энергоснабжение автономных объектов на основе технологии твердооксидных топливных элементов.** Схемы тепло-электроснабжения автономного объекта с использованием газового котла и твердооксидного топливного элемента. Графики нагрузки в зависимости от времени года и климатических условий региона. Особенности использования привозного или получаемого на месте потребления газа.	6	15	4			4		+				+		
	Семинарское занятие. Схемы тепло-электроснабжения автономного объекта с использованием газового котла и твердооксидного топливного элемента.	6	15		4		2		+				+		
	Семинарское занятие. Автономные электростанции и системы теплоснабжения на основе энергоустановок, использующих органическое топливо: дизельные, бензиновые, газотурбинные, газодизельные, газопоршневые, парогазовые	6	16		4		4		+				+		

Тема 9	**Автономные электростанции на органическом топливе**. Автономные электростанции и системы теплоснабжения на основе энергоустановок, использующих органическое топливо: дизельные, бензиновые, газотурбинные, газодизельные, газопоршневые, парогазовые. Схемы энергоснабжения. Сравнительные характеристики. Экономический аспект.	6	17	4			6		+				+		
	Семинарское занятие. Схемы энергоснабжения на основе традиционных энергоустановок и возобновляемых источников энергии. Сравнительные характеристики.	6	17		4		4		+				+		
	Семинарское занятие. Основные элементы и схемы энергоснабжения. Энергетические и экономические характеристики.	6	18		4		4		+				+		
	Форма аттестации													Э	
	Всего часов по дисциплине в шестом семестре		**216**	**36**	**72**	**0**	**108**								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.03.03 **«Энергетическое машиностроение»**
ОП (профиль): «**Автоматизированные энергетические установки**»
Форма обучения: очная

Кафедра: **«Промышленная теплоэнергетика»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Энергоснабжение автономных систем»

1. Паспорт фонда оценочных средств.
2. Практическая работа по дисциплине.
3. Вопросы для самоконтроля.
4. Примеры решения контрольных заданий.
5. Список экзаменационных вопросов по дисциплине.
6. Примерный перечень вопросов для промежуточного тестирования.

Москва
2022

1.Паспорт фонда оценочных средств

Дисциплина «Энергоснабжение автономных систем»					
ФГОС ВО 13.0303 Энергетическое машиностроение					
Компетенции		**Перечень компонентов**	**Технология формирования**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
Индекс	**Формулировка**				
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности	**Знать:** методы проведения информационного поиска по проблемам электрохимической и водородной энергетики, а также методам и инструментам для исследования их характеристик; основные элементы технологий водородной и электрохимической энергетики, их основные характеристики и специальную терминологию. **уметь:** осуществлять подбор оборудования для решения задач автономного энергоснабжения; проводить экономическую оценку применения того или иного схемного решения для решения задач автономного энергоснабжения; выбирать	Использование интерактивных методов и технологий в образовательном процессе.	Промежуточное и итоговое компьютерное тестирование. Защита курсовой работы.	Базовый уровень: способен обеспечивать разработку мероприятий по совершенствованию технологии производства в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен обеспечивать разработку мероприятий по совершенствованию технологии производства в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

		физико-химические методы и инструменты для исследования элементов водородных и электрохимических технологий. **владеть:** терминологией в области автономных источников энергии, электрохимической и водородной энергетики; информацией о технических параметрах оборудования применительно к технологиям возобновляемых источников энергии, а также электрохимической и водородной энергетики; навыками применения полученной информации при проектировании систем автономной энергетики.			

2. Курсовая работа по дисциплине

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонд
1	Курсовая работа «Эффективные способы снижения потерь в энергоустановках»	Курсовая работа направлена на формирование умений и навыков по расчету энергоустановок.	Результатом работы является разработка аппаратных, программных и схемных решений, реализующих способы построения систем энергоснабжения.

3. Вопросы для самоконтроля

1. Микротурбины на природном и синтезируемом газе.
2. Технологическая схема, основные элементы, параметры работы и характеристики. Схемы тепло-электроснабжения.
3. Тепловые насосы (ТН). Технологическая схема, основные элементы, параметры работы и характеристики.
4. Схемы тепло-электроснабжения.
5. Классификация и основные характеристики топлив. Способы переработки и использования различных видов топлив для автономного энергоснабжения.
6. Системы хранения топлива.
7. Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения автономных потребителей.
8. Распределение сумм солнечной радиации и скорости ветра в течение года для различных регионов.
9. Оценка потенциала возобновляемых источников энергии для различных регионов.
10. Солнечные вакуумные коллекторы (СВК). Принцип работы и основные характеристики
11. Ветрогенераторы (ВГ). Основные конструкции и характеристики. Особенности применения
12. Основные конструкции и характеристики. Особенности применения. Методы расчета ВГ
13. Классификация типов топливных элементов. Основные закономерности работы и характеристики. Системы хранения реагентов
14. Водородные накопители энергии. Вспомогательные элементы. Сравнительные характеристики. Экономический аспект..

15. Методы расчета и оптимизации применительно к системам автономного энергоснабжения.
16. Схемы тепло-электроснабжения автономного объекта с использованием газового котла и твердооксидного топливного элемента.
17. Графики нагрузки в зависимости от времени года и климатических условий региона. Особенности использования привозного или получаемого на месте потребления газа.
18. Аккумуляторные батареи (АБ). Типы АБ. Основные закономерности работы и характеристики. Особенности их использования для автономного энергоснабжения.
19. Вспомогательные элементы. Сравнительные характеристики. Экономический аспект.
20. Автономные электростанции и системы теплоснабжения на основе энергоустановок, использующих органическое топливо.
21. Схемы энергоснабжения. Сравнительные характеристики. Экономический аспект.
22. Схемы энергоснабжения на основе традиционных энергоустановок и возобновляемых источников энергии. Сравнительные характеристики.
23. Схемы энергоснабжения на основе традиционных энергоустановок и возобновляемых источников энергии. Сравнительные характеристики.
24. Автономные энергоустановки для автомобильного и транспорта.
25. Основные элементы и схемы энергоснабжения.
26. Энергетические и экономические характеристики.
27. Автономные энергоустановки для мобильных средств связи и портативной техники.
28. Основные элементы и схемы энергоснабжения. Энергетические и экономические характеристики.

4. Примеры решения контрольных заданий

Определение энергетической эффективности теплофикации.

Исходные данные:

- Технические данные теплофикационной установки: тип ПТ – 135 – 130
- начальные параметры пара Ро/to = 13/65 ;
- давление пара в регулируемых отборах:
- в производственном Ротб = 1,2…2,1 Мпа
- в теплофикационном Ротб = 0,04…0,25 Мпа
- номинальная нагрузка отборов До = 780 т/ч.
- Теплотехнические параметры и показатели цикла:
- Начальная энтальпия пара io = 3520 кДж/кг;
- То же на входе в конденсатор iк = 2486 кДж/кг;
- Энтальпия обратной сетевой воды iос = 150 кДж/кг;
- Энтальпия питательной воды iпв = 900 кДж/кг;
- Энтальпия пара в отборе iотб = 2610 кДж/кг;
- КПД: ηэм = 0,96; ηпг = 0,88; ηтп = 0,97.

Коэффициент, выражающий отношение расхода пара из отборов к расходу пара на турбину в конденсационном режиме к = 0,7. Годовая экономия топлива на выработку электроэнергии рассчитывается для трех вариантов значения относительного времени использования теплофикационной мощности, t, равного соответственно, а) 0,45; б) 0,60; в) 0,72. общее время работы установки t∑ = 7000 час. в год. Удельный расход топлива на конденсационной электростанции принимается равным вкэс = 340 г.у.т./кВт*ч.

1) По заданной энтальпии пара определяем работу пара

Нк = io - iк = 3520 – 2486 = 1034 кДж/кг;

Но = io – iпв = 3520 – 900 = 2620 кДж/кг;

Нт = io – iотб = 3520 – 2610 = 910 кДж/кг .

2)Вычисляем удельный расход пара, теплоты и условного топлива на выработку 1кВт*ч электроэнергии по режимам работы теплофикационной установки:

а) в конденсационном режиме do(к) = 3600/Нк = 3600/1034 = 3,5 кг/кВт*ч

Удельный расход теплосети qэ(к)= do(к) * (io – iпв) = 3,5*(3520 – 900) = 9170 кДж/кВт*час

Удельный расход топлива Вэ(к) = qэ(к)/Qут = 9170/29,3 = 313 гут/кВт*час

б) В теплофикационном режиме dт = dок + (Нк – Нт)/Нк*dотб = 3,5+(1034 – 910)/1034*2,45 = 3,79 кг/кВт*час dотб = dо(к) * Котб = 3,5*0,7=2,45 кг/кВт*час qэ(т) = 3,79(3520 – 900) – 2,45(2610 – 150) = 3902,8кДж/кВт*час

Расход УТ

вэ(т) = qэ(т)/Qут = 3902,8/29,3 = 133,2 гут/кВт*час

3)Рассчитываем среднегодовой удельный расход топлива для вариантов относительного времени использования теплофикационной мощности по формуле: bср(тэц) = вэ(т)*τ+ вэ(к)(1 – τ)

а) τ = 0,45 bср1 = 133,2*0,45 + 313(1 – 0,45) = 232гут/кВт*час

б) τ = 0,60 bср2 = 133,2*0,6 + 313(1 – 0,6) = 205,12 гут/кВт*час

в) τ = 0,72

bср3 = 133,2*0,72 + 313(1 – 0,72) = 183,5 гут/кВт*час

4) Вычисляем удельную экономию топлива на выработку 1 кВт*час электроэнергии по режимам поформуле:

δb = bкэс – bср(тэц); bкэс = 340 гут/кВт*час

а) δb1 = 340 – 232 = 108 гут/кВт*час

б) δb2 = 340 – 205,12 = 134,88 гут/кВт*час

в) δb3 = 340 – 183,5 = 156,5 гут/кВт*час

5) Вычисляем годовую экономию топлива

δВ = δb*Nтэц* t∑

а) δВ1 = 108*135*7000 = 102060000 кг у.т.

б) δВ2 = 134,88*135*7000 = 127461600 кг у.т.

в) δВ3 = 156,5*135*7000 = 147892500 кг у.т.

5. Список экзаменационных вопросов по дисциплине.

1. Основные технические характеристики потребителей электрической энергии – электроприемников.
2. Выбор коммутационной и защитной аппаратуры в сетях выше 1000 В.
3. Выбор коммутационной и защитной аппаратуры в сетях до 1000 В.
4. Основные режимы работы потребителей (электроприемников).
5. Индивидуальные и групповые графики нагрузок электропотребителей предприятий
6. Независимый источник питания. Понятие и техническое решение.
7. Режимы нейтрали электрических сетей.
8. Категории надежности электроприемников согласно ПУЭ.
9. Классы напряжения и регулирование напряжения.
10. Компенсация реактивной мощности
11. Расчетные и фактические электрические нагрузки.
12. Методы расчета электрических нагрузок.
13. Критерии выбора сечений проводников.
14. Выбор сечений проводников по нагреву.
15. Режимы нейтрали электрических сетей.
16. Выбор сечений проводников при повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы электроприемников.
17. Выбор сечений проводников по экономической плотности тока.
18. Выбор сечений проводников по потере напряжения.
19. Классификация помещений в отношении опасности поражения людей электрическим током.
20. Классификация взрывоопасных зон согласно ПУЭ.
21. Классификация пожароопасных зон согласно ПУЭ.
22. Методы определения центра электрических нагрузок.
23. Методы обеспечения нормируемого напряжения сети у электропотребителей.
24. Снижение потерь в сети электроснабжения.
25. Критерии выбора силового трансформатора.

26. Выбор типа трансформаторной подстанции в соответствии с требованиями электропотребителей.
27. Факторы, влияющие на выбор системы электроснабжения и ее составляющих.
28. Условное топливо. Нефтяной эквивалент топлива.
29. Виды и содержание энергетического обследования.
30. Энергоаудит и уровни его проведения.
31. Инструментальный энергоаудит и требования, предъявляемые к нему.
32. Основные положения закона РФ об энергосбережении.
33. Основные требования, предъявляемые к специалистам, работающим в области энергоаудита.
34. Основные сведения о документах, необходимых для предприятий, специализирующихся в области энергоаудита.
35. Типовая форма энергетического паспорта предприятия и его содержание.
36. Энергетический паспорт здания.
37. Энергетический паспорт котельной.
38. Основные сведения по паровым и водогрейным котельным установкам.
39. Приборы, используемые в проведении энергоаудита: тепловычислители, датчики и их виды, расходомеры и их виды.
40. Основы метрологического обеспечения учёта тепловой энергии. Основные требования к используемым приборам.
41. Требования к организации допуска: периодичность, состав лиц, документация.
42. Дилерские и сервисные центры, их назначение.
43. Энергобалансы зданий и сооружений.
44. Тепловой баланс овощехранилищ.
45. Нормирование расходов энергоресурсов. Виды норм.
46. Виды неизбежных потерь при использовании тепла и их учет.
47. Виды собственных нужд котельных и их учет.
48. Расходы тепла на мазутное хозяйство.

49. Технологические нормы потребления тепла.
50. Определение тепловых потерь реальных объектов.
51. Определение тепловых потоков через ограждения.
52. Тепловые испытания котельных установок.

6. Примеры тестовых заданий

1.

При увеличении тока вторичной обмотки трансформатора ток в первичной обмотке трансформатора...

1. увеличится. +
2. уменьшится.
3. останется без изменения.
4. изменит направление

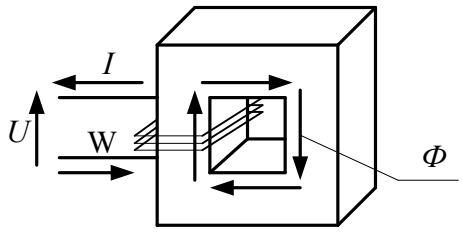
2.

Электрические параметры, от которых зависят потери мощности в стали трансформатора, это…

1. ток первичной обмотки.
2. ток вторичной обмотки.
3. первичное напряжение, подводимое к трансформатору +
4. изменит направление

3.

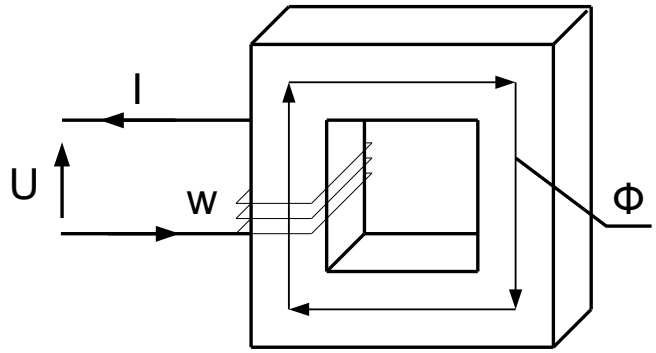
Магнитодвижущая сила магнитной цепи выражается соотношением…



1. $F = IW$ +
2. $F = \frac{I}{W}$
3. $F = \sqrt{IW}$
4. $F = I\Phi$

4.

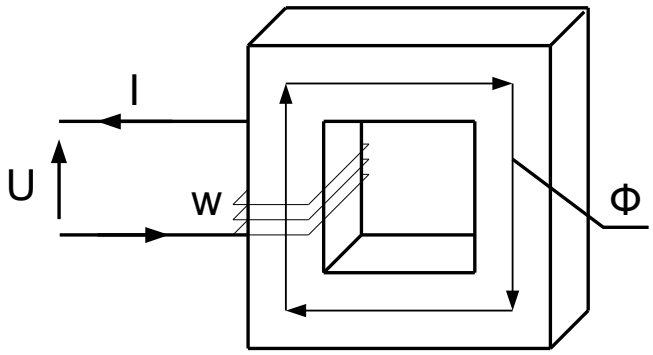
Магнитный поток Φ, пронизывающий стальной сердечник с площадью поперечного сечения F, определяется как…

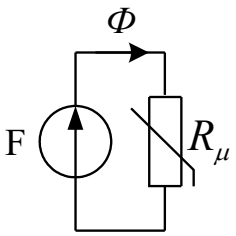


1. $\Phi = BS$ +
2. $\Phi = B\sqrt{S}$
3. $\Phi = \sqrt{BS}$
4. $\Phi = SIW$

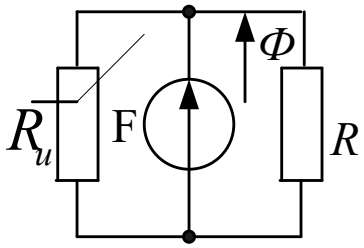
5.

Электрическая схема замещения магнитной цепи имеет вид

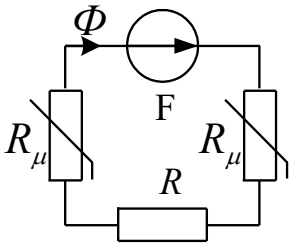




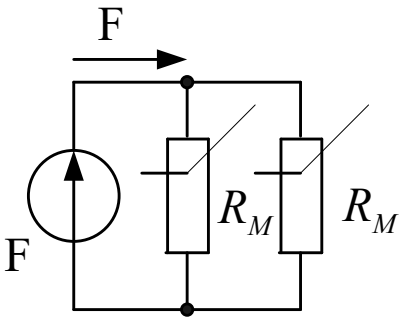
1



2



3

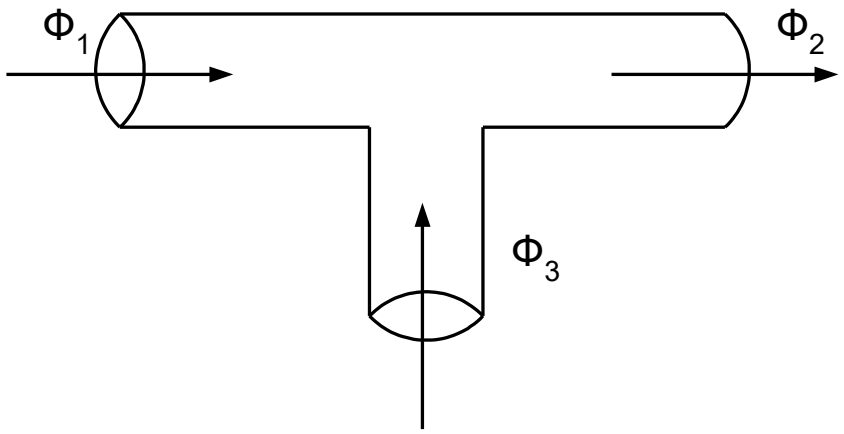


4

1. 1
2. 2 +
3. 3
4. 4

6.

Закон Кирхгофа для представленной магнитной цепи имеет вид



1. $\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$
2. $\Phi_1 - \Phi_2 - \Phi_3 = 0$
3. $\Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_3 = 0$
4. $\Phi_2 - \Phi_1 - \Phi_3 = 0$ +

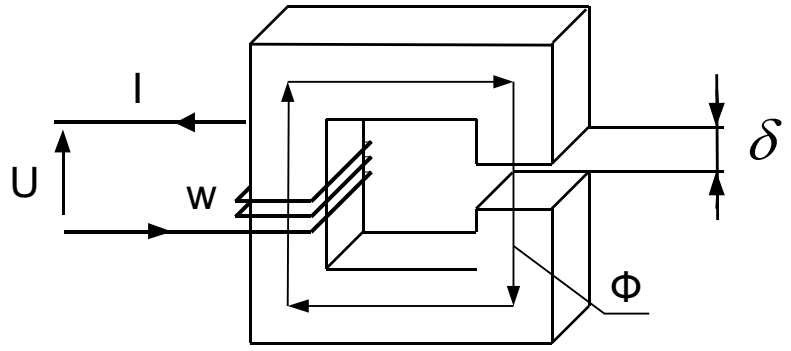
7.

Закон Ампера выражается соотношением…

1. $\Phi = BS$
2. $B = \mu H$
3. $H = \frac{Iw}{L}$
4. $F = BLI$ +

8.

Электродвижущая сила *E*, возникающая в катушке с ферромагнитным сердечником, при частоте тока f определяется как…

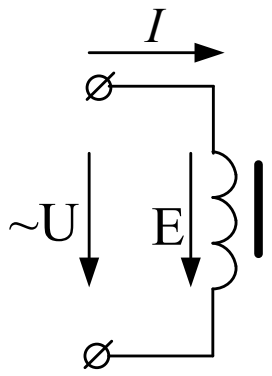


1. $E = 4.44 W f \Phi_m$ +
2. $E = W f \Phi_m$

3. $E = \frac{f\Phi_m}{WS}$
4. $E = IW\Phi_m\delta$

9.

В представленной магнитной цепи амплитуда магнитного потока $\Phi_м$ и э.д.с. E катушки со стальным сердечником связаны с другими параметрами цепи так, что увеличение напряжения на катушке при неизменной частоте приводит к …



1. увеличению E +
2. уменьшению E
3. постоянству $\Phi_м$
4. уменьшению $\Phi_м$

10.

В магнитной цепи потери ΔP в стальном сердечнике и э.д.с. самоиндукции E катушки, включенной в сеть переменного тока, связаны с другими параметрами цепи так, что увеличение напряжения на катушке при неизменной частоте приводит к …

1. постоянству E
2. уменьшению E
3. постоянству ΔP
4. увеличению ΔP +

11.

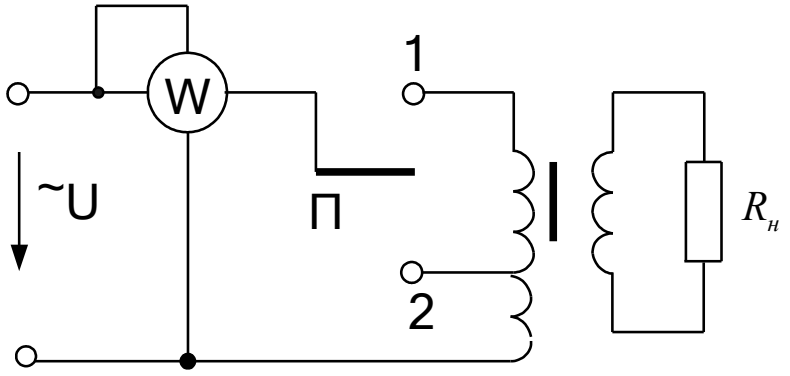
Магнитопровод трансформатора выполняется из электротехнической стали с целью...

1. увеличения тока холостого хода
2. увеличения коэффициента магнитной связи между обмотками +

3. удобства сборки трансформатора
4. увеличения индуктивного сопротивления обмоток, обусловленных потоками рассеяния

12.

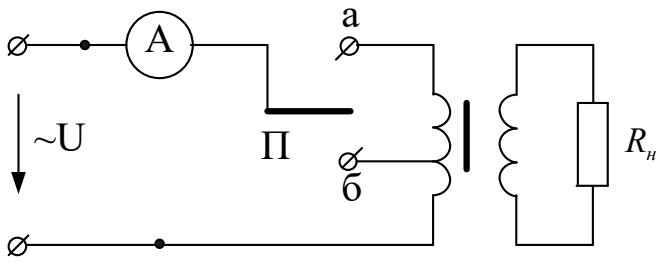
При уменьшении числа витков первичной обмотки трансформатора по схеме на рисунке путем перевода переключателя **П** из положения **1** в положение **2** показание ваттметра W …



1. увеличится +
2. не изменится
3. уменьшится
4. изменятся по знаку

13.

При уменьшении числа витков первичной обмотки трансформатора по схеме на рисунке путем перевода переключателя **П** из положения **а** в положение **б** показание амперметра A ...



1. увеличится +
2. не изменится
3. уменьшится
4. изменятся по знаку