

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЭНИН  
 Завьялов В.М.  
«15» 02 2016 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Источники бесперебойного питания технологических комплексов и систем**

Направление ООП 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки (специализация, программа): **Энергосберегающие режимы работы электрических источников питания, комплексов и систем**

Квалификация (степень): **магистр**

Базовый учебный план приема 2016 г.

Курс 2 семестр 3

Количество кредитов 6

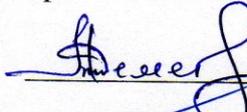
Код дисциплины **ДИСЦ.В.М.10.5**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	24
Лабораторные занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	168
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации: экзамен, диф. зачет, **КР**

Обеспечивающее подразделение: каф. ЭПЭО ЭНИН

Заведующий кафедрой ЭПЭО

 Ю.Н. Дементьев

Руководитель ООП

 В.М. Завьялов

Преподаватель

 А.В. Глазачев

2016 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Основной целью изучения дисциплины «Источники бесперебойного питания технологических комплексов и систем» является формирование у студентов целостного представления о принципах организации систем аварийного электроснабжения электропотребителей ответственных технологических процессов; с описанием электромагнитных процессов в аварийных системах электроснабжения, построенных на базе полупроводниковых преобразователей напряжения и химических источников тока; с имитационным моделированием источников бесперебойного питания (ИБП).

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей Ц1, Ц3 и Ц5 основной образовательной программы 140400 «Электроэнергетика и электротехника»; приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника:

– к проектно-конструкторской деятельности, способного к расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных разработок (Ц1);

– к научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов в электроэнергетических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов (Ц3);

– к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры (Ц5).

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к профилю «Энергосберегающие режимы электрических источников питания, комплексов и систем». Указанная дисциплина является важной для указанного профиля имеет как самостоятельное значение, так и является базой для работы студентов над выпускной квалификационной работой.

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

*знать:* законы электротехники, физические основы работы электрических машин, аппаратов и полупроводниковых преобразователей, теорию автоматического управления, принципы управления силовыми преобразователями;

*уметь:* организовать имитационное моделирование работы силовых преобразователей, сравнивать и анализировать показатели качества функционирования систем;

*иметь опыт:* построения математических моделей компонентов силовых преобразователей, разработки систем управления, экспериментального исследования переходных процессов, происходящих в электрооборудовании.

Кореквизиты: ДИСЦ.В.М.10.2 «Компьютерное моделирование электротехнических устройств, комплексов и систем», ДИСЦ.В.М.10.4 «Системы управления силовыми преобразователями».

### 3. Результаты освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ООП 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» освоение дисциплины «Источники бесперебойного питания технологических комплексов и систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения).

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P1			У1.3	осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	B1.2	приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора
P4	34.1	основных методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации	У4.1	применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности	B4.1	использования современных технических средства и информационных технологий в профессиональной области
P10	310.1	элементной базы электрооборудования и установок их функциональное назначение и устройство применительно к объектам электроэнергетики и электротехники	У10.1	составлять планы, графики, программы работ по монтажу, наладке, регулировке и испытаниям электроэнергетического и электротехнического оборудования	B10.1	участия в монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических видах работ с электроэнергетическим и электротехническим оборудованием
P11	311.1	состояния и тенденций развития современного отечественного и зарубежных электроэнергетического и электротехнического оборудования			B11.1	освоения нового электроэнергетического и электротехнического оборудования

В результате освоения дисциплины «Источники бесперебойного питания технологических комплексов и систем» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

#### Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
P1	Знать современные достижения науки и передовой технологии в области систем аварийного электроснабжения
P4	Уметь рассчитывать и проектировать устройства системы аварийного электроснабжения и их компоненты.

P10	Знать и применять современную элементную базу, уметь выполнять монтажные, наладочные и профилактические работы.
P11	Владеть современными техническими средствами и компьютерными технологиями, осваивать новое электротехническое оборудование

#### 4. Структура и содержание дисциплины

**Раздел 1. Основные стандарты и регламенты для систем аварийного электроснабжения. Функциональные схемы источников бесперебойного питания.**

ГОСТ 32144-2013. Технический регламент «О безопасности при нарушениях электроснабжения». Особенности эксплуатации электропотребителей ответственных технологических процессов и производств. Функциональные схемы ИБП: резервного типа (*off-line*); взаимодействующего с сетью (*line-interactive*); с двойным преобразованием (*on-line*); феррорезонансный; с дельта-преобразованием; резервирование.

*Перечень лабораторных работ по разделу:*

1. *Имитационное моделирование однофазных выпрямителей ИБП.*
2. *Имитационное моделирование трехфазных выпрямителей ИБП.*
3. *Имитационное моделирование импульсных преобразователей постоянного тока ИБП.*

#### **Раздел 2. Химические источники тока ИБП.**

Химические источники тока, их разновидности и основные характеристики. Схема замещения химического источника тока. Информативные свойства автономного инвертора. Пожаровзрывобезопасность химических источников тока; способы заряда. Идентификация химических источников тока в части внутренних параметров; динамические свойства ИБП.

#### **Раздел 3. Способы формирования выходного напряжения ИБП.**

Разновидности широтно-импульсной модуляции. Фильтрация. Влияние характеристик батареи на коэффициент гармоник выходного напряжения. Схемы автономных инверторов напряжения и их принципы работы. Векторное и скалярное формирование ШИМ.

*Перечень лабораторных работ по разделу:*

1. *Имитационное моделирование однофазных инверторов напряжения ИБП.*
2. *Имитационное моделирование трехфазных инверторов напряжения ИБП.*

#### **Раздел 4. Взаимодействие ИБП с внешними сетями**

Взаимодействие ИБП с дизель-генераторной станцией. Мониторинг режимов и параметров ИБП.

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **6.1. Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации;
- опережающая самостоятельная работа;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам и к практическим занятиям;
- подготовка к контрольным работам и экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- выполнение курсового проекта;

Тематика курсовых проектов:

Источник бесперебойного питания для защиты критичных инфраструктур и систем безопасности;

Источник бесперебойного питания для защиты компьютеров и рабочих станций;

Источник бесперебойного питания для защиты серверов;

Источник бесперебойного питания для ответственной техники телекоммуникационного оборудования;

Источник бесперебойного питания для ответственной техники технологического оборудования;

Источник бесперебойного питания для защиты центра хранения и обработки данных;

Источник бесперебойного питания для защиты ответственных серверов;

Источник бесперебойного питания для круглосуточной защиты IT- и телекоммуникационных систем;

Источник бесперебойного питания для круглосуточной защиты медицинского оборудования;

Источник бесперебойного питания для защиты локальных вычислительных сетей;

Источник бесперебойного питания для круглосуточной защиты банковской системы;

Источник бесперебойного электропитания для защиты офисной техники;

Источник бесперебойного питания для защиты объектов нефтегазовой промышленности.

Перечень вопросов, подлежащих разработке в курсовом проекте:

1. Анализ технического задания;
2. Краткий обзор технической литературы, содержащий описание структурных и функциональных схем ИБП, подобных разрабатываемому;
3. Описание работы проектируемого ИБП по предложенной структуре;
4. Составление функциональной схемы ИБП;
5. Расчет и выбор элементов силовой части ИБП;
6. Составление электрической принципиальной схемы и описания ее работы;
7. Разработка (на функциональном уровне) схемы управления, защиты, устройства контроля напряжения сети переменного тока, блока питания собственных нужд.
8. Разработка и исследование имитационной модели ИБП.

### **6.3. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- выполнения контрольных работ, включающих теоретические и практические задания;
- защитой лабораторных работ;
- защитой курсового проекта.

### **7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

<b>Контролирующие мероприятия</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
Выполнение и защита лабораторных работ	P1, P4, P10, P11
Выполнение контрольных работ	P1, P4
Выполнение и защита курсового проекта	P4, P10, P11
Экзамен	P4, P11

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств)

- вопросы входного контроля;
- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защитах лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий;
- вопросы, выносимые на экзамен.

## **8. Рейтинг качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 88/од от 27.12.2013 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

– текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

– промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта»:

– текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);

– промежуточная аттестация (защита проекта) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Гарганеев А.Г. Системы аварийного электроснабжения потребителей переменного тока: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 190 с.

2. Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебник / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 443 с.: ил.

3. Петрович В. П., Глазачев А.В. Силовая электроника: учебное пособие; НИ ТПУ, ИДО. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 219 с.: ил.: с. 219.

4. Петрович В. П., Глазачев А.В. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие; Национальный исследовательский

Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 208 с.: ил. — Библиогр.: с. 207.

5. Справочник по силовой электронике / Ю. К. Розанов [и др.]. — Москва: Изд-во МЭИ, 2014. — 472 с.: ил.

#### **Дополнительная литература:**

1. Правила устройства электроустановок. — 7-е изд.. — Москва: Омега-Л, 2006. — 268 с.

2. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. Изд-во ДОДЕКА, 2005. — 384 с.

3. Черных И.В. Моделирование электрических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных. — СПб.; Москва: Питер ДМК Пресс, 2008. — 288 с.:

5. Попков О.З. Основы преобразовательной техники: учебное пособие для вузов / О. З. Попков. — 2-е изд., стер. — Москва: Изд-во МЭИ, 2007. — 200 с.

6. Скоков Я.М. Химические источники тока. Стационарные аккумуляторы: практическое пособие / Я. М. Скоков; Белорусский государственный энергетический концерн "Белэнерго". — Минск: Техноперспектива, 2004. — 102с.

7. Вырыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский В.А. Химические источники тока. М.: Высшая школа, 1990. 240 с.

8. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004 — 651 с.

#### **Internet-ресурсы:**

1. <http://www.rosteplo.ru> — Технический регламент «О безопасности при нарушениях электроснабжения»;

2. <http://www.ups-info.ru> — Источники бесперебойного питания;

3. <http://www.russianelectronics.ru> — журнал «Электронные компоненты»;

4. <http://www.powerinfo.ru> — Электрические источники питания.

#### **Используемое программное обеспечение:**

1. MatLAB — пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Источники бесперебойного питания технологических комплексов и систем»:

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Лекционная аудитория: Компьютер на базе Intel G2020, Проектор LG, Экран	8 корпус, 310 аудитория, 1 компьютер, 1 проектор
	Компьютерный класс: Компьютер на базе Intel G2020	8 корпус, 121 аудитория, 15 компьютеров

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Программа одобрена на заседании кафедры Электропривода и электрооборудования.

(протокол № 10 от «19» февраля 2016 г.).

Автор: А.В. Глазачев, доцент каф. ЭПЭО ЭНИН, к.т.н.

Рецензент: В.П. Петрович, доцент каф. ЭПЭО ЭНИН, к.т.н.



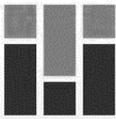
### Перечень вопросов и заданий для экзамена

1. Дайте характеристику показателям качества электроэнергии – отклонение и колебания напряжения.
2. Дайте характеристику показателям качества электроэнергии – перенапряжение и провал напряжения.
3. Дайте определение системе бесперебойного электропитания. Назовите типы систем бесперебойного электропитания.
4. Дайте характеристику показателям качества электроэнергии – несинусоидальность напряжения, отклонение частоты напряжения..
5. Дайте характеристику ответственных потребителей экстренных медицинских отделений.
6. Дайте характеристику ответственных потребителей наземной аппаратуры, ответственной за движение транспорта.
7. Дайте характеристику ответственных потребителей взрыво- и пожароопасных производств.
8. Дайте характеристику ответственных потребителей современных телекоммуникационных систем.
9. Источник бесперебойного питания типа «off-line». Схема, принцип действия, достоинства и недостатки
10. Источник бесперебойного питания типа «on-line». Схема, принцип действия, достоинства и недостатки
11. Источник бесперебойного питания типа «line-interactive». Схема, принцип действия, достоинства и недостатки.
12. Источник бесперебойного питания с дельта-преобразованием. Схема, принцип действия, достоинства и недостатки.
13. Источник бесперебойного питания феррорезонансного типа. Схема, принцип действия, достоинства и недостатки.
14. Проведите сравнительную оценку источников бесперебойного питания по стоимости, КПД, сложности структурной схемы.
15. Какой из источников бесперебойного питания наиболее защищает потребитель от отклонений и помех сетевого напряжения? Приведете его схему и поясните почему?
16. Перечислите способы резервирования в ИБП. Дайте их краткую характеристику.
17. Последовательное резервирование в ИБП. Достоинства и недостатки.
18. Параллельное резервирование в ИБП. Достоинства и недостатки.
19. В чем состоит принцип формирования выходного напряжения АИН с широтно-импульсной модуляцией?
20. Какие типы алгоритмов ШИМ вы знаете?
21. Назовите основные требования, предъявляемые к ХИТ для ИБП
22. Назовите основные электрохимические системы ХИТ.
23. Дайте характеристику кислотным аккумуляторам?
24. Дайте характеристику щелочным аккумуляторам?
25. Что такое «пожаровзрывоопасность аккумуляторных батарей»
26. Какие существуют методы заряда ХИТ?

27. Приведите схему аварийного электроснабжения, использующую совокупность ИБП и ДГУ.

28. Сформулируйте основные правила организации взаимодействия ИБП и ДГУ.

## Приложение 2

 <p>МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования <b>«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»</b></p>
<p>Образовательная программа подготовки магистров направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Энергосберегающие режимы электрических источников питания, комплексов и систем»</p> <p>дисциплина <b><i>Источники бесперебойного питания технологических комплексов и систем</i></b> для студентов ЭНИН, курс 2</p> <p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</b></p> <p><i>1. Какие сбои электропитания встречаются наиболее часто? Дайте им краткую характеристику</i></p> <p><i>2. Источник бесперебойного питания типа «off-line». Схема, принцип действия, достоинства и недостатки.</i></p>
<p>Утверждаю: Зав. кафедрой ЭПЭО _____ /Ю.Н. Дементьев/ 15 февраля 2016 г.</p> <p>Составитель: _____ /А.В. Глазачев/ 15 февраля 2016 г.</p>