

Учреждение образования

«Международный государственный экологический институт  
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного  
университета



Директор МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ  
С.А. Маскевич

16.01.2018

Регистрационный № УД-688/Дуч.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные  
технологии и энергетический менеджмент

2018 г.

*Handwritten signature*

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования учебного плана учреждения образования по специальности высшего образования первой ступени 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент», рег. № 42-14/уч. от 01.09.2014 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

С.С.Кучур, доцент кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ  
(протокол № 8 от 28.12.2017г.).

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ  
(протокол № 4 от 16.01.2018 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Цель дисциплины**– формирование у студентов профессиональных знаний, умений и практических навыков в области комплексного учета энергии и энергоносителей, разработки проектов технических заданий на внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) энергопотреблением на производственных и коммунальных объектах.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение и использование достижений науки и передовых технологий в области АСУ энергопотреблением;
- изучение методологии управления энергопотреблением;
- изучение принципов проектирования АСУ энергопотреблением;
- изучение основных задач автоматического регулирования управления и принципов их построения;
- изучение каналов доставки информации между уровнями АСУ энергопотреблением;
- разработка предложений по внедрению АСУ энергопотреблением.

В итоге изучения дисциплины студент должен

### **знать:**

- основные принципы построения АСУ энергопотреблением;
- функциональное назначение и технические характеристики технических средств для управления энергопотреблением;
- функциональное назначение и технические характеристики средства каналов доставки информации между уровнями АСУ энергопотреблением.

### **уметь:**

- проводить обоснованный выбор комплекса технических средств контроля и учета энергоресурсов;
- проводить обоснованный выбор средства каналов доставки информации между уровнями АСУ энергопотреблением;
- применять современные программные средства обработки информации о расходе энергетических ресурсов предприятия;
- разрабатывать и анализировать проекты технических заданий на внедрение АСУ энергопотреблением предприятия (цеха, участка).

Для формирования современных и социально-профессиональных компетенций будущего специалиста в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики и технологии активного обучения, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач.

Методики и технологии активного обучения включают самостоятельную работу студентов, проблемные лекции с применением мультимедийного комплекса, проведение тестирования по отдельным разделам и дисциплине в целом, письменные контрольные работы, устный опрос во время практиче-

ских занятий, написание рефератов по отдельным вопросам дисциплины, выступления студентов на практических занятиях.

Для оценки качества самостоятельной работы студентов осуществляется контроль за ее выполнением. Формы контроля самостоятельной работы студентов могут быть в виде собеседования, проверки и защиты индивидуальных практических занятий, коллоквиумы, контрольные работы, тестирование, устный экзамен.

Форма получения высшего образования первой ступени – очная, дневная. В соответствии с учебным планом дисциплина «Автоматизированные системы управления энергопотреблением» изучается в объеме 100 часов, из них 50 аудиторных часов, в том числе 34 часа лекций, 16 часов практических занятий. Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

Данная программа используется для изучения дисциплины в заочной форме обучения в объеме 12 аудиторных часов, в том числе 6 часов лекций и 6 часов практических занятий. Форма текущей аттестации – зачет.

## 1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№ темы	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛА И ТЕМЫ, ВОПРОСЫ
1	<p><b>Введение. Актуальность проектирования и внедрения АСУ энергопотреблением.</b>            Энергетические ресурсы предприятия.            Модель системы управления энергопотреблением.            Методологии управления энергопотреблением.            Основные понятия и определения.</p>
2	<p><b>Принципы, цели и задачи проектирования АСУ энергопотреблением.</b>            Основные принципы управления энергопотреблением предприятия и построения современных АСУ энергопотреблением.            Цели и задачи проектирования АСУ энергопотреблением.            Архитектура построения АСУ.            Основные уровни АСУ энергопотреблением.</p>
3	<p><b>Функции и принципы построения АСУ энергопотреблением. Основные составляющие АСУ.</b>            Этапы процесса управления.            Функции АСУ.            Принципы построения АСУ.            Разработка структурных схем управления энергопотреблением.</p>
4	<p><b>Системы автоматического регулирования и управления.</b>            Схематическое изображение системы автоматического управления (регулирования).            Основные группы органов управления.            Виды автоматического управления и регулирования.</p>
5	<p><b>Семиуровневая эталонная модель взаимодействия открытых систем (OSI – модель).</b>            Конфигурация локальных промышленных сетей.            Протоколы модели промышленной сети.            Организация доступа к каналам передачи данных в промышленных сетях.</p>
6	<p><b>Каналы передачи информации на физическом уровне OSI – модели:</b>            витая пара; коаксиальный кабель; оптоволоконный кабель; электронная цифровая шина данных CAN (Controller Area Network); шина Flex Ray.            Канал доставки информации PLC (Power Line Communication).            Протокол передачи данных HART.            RS-протоколы передачи данных.            Промышленные сети Profibus, Modbus.</p>
7	<p><b>Каналы доставки информации на канальном уровне OSI -</b></p>

	<b>модели:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bluetooth;</li><li>- ZigBee;</li><li>- Wi-Fi; Ethernet;</li><li>- GSM/GPRS;</li><li>- радио.</li></ul>
8	<b>Основные специализированные сетевые устройства.</b> Программируемые микроконтроллеры. Структурная схема и алгоритм работы. Программируемые логические устройства. Устройства сбора и передачи данных.
9	<b>Экономическая эффективность внедрения АСУ энергопотреблением.</b> Расчет капитальных затрат на создание и внедрение АСУ. Расчет экономического эффекта от внедрения АСУ энергопотреблением.

## 2. Учебно – методическая карта учебной дисциплины

### 3.1 Форма получения высшего образования - очная

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы занятия	Количество аудиторных часов						Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР	Иное	
1.	Введение. Актуальность проектирования и внедрения АСУ энергопотреблением.	2						Выборочный контроль на лекциях. Собеседование при защите отчетов. Устный опрос. Проверка конспектов лекций.
2.	Принципы, цели и задачи проектирования АСУ энергопотреблением. Архитектура построения АСУ.	4						
3.	Функции и принципы построения АСУ энергопотреблением. Основные составляющие АСУ.	4	4					
4	Системы автоматического регулирования и управления.	4	4					
5	Семиуровневая эталонная модель взаимодействия открытых систем(OSI – модель).	4						
6	Каналы передачи информации на физическом уровне OSI – модели.	6	4					
7	Каналы доставки информации на канальном уровне OSI – модели.	4	2					
8	Основные специализированные сетевые устройства.	4	2					
9	Экономическая эффективность внедрения АСУ энергопотреблением	2						
ИТОГО		34	16					Зачет

### 3.2 Форма получения высшего образования - заочная

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы занятия	Количество аудиторных часов					Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР	
1	Введение. Актуальность проектирования и внедрения АСУ энергопотреблением. Энергетические ресурсы предприятия.	1					Выборочный контроль на лекциях. Собеседование при защите отчетов. Устный опрос. Проверка конспектов лекций.
2	Принципы, цели и задачи проектирования АСУ энергопотреблением. Архитектура построения АСУ.	1					
3	Функции и принципы построения АСУ энергопотреблением. Основные составляющие АСУ.	1					
4	Системы автоматического регулирования и управления.		2				
5	Семиуровневая эталонная модель взаимодействия открытых систем(OSI – модель).	1					
6	Каналы передачи информации на физическом уровне OSI – модели.		2				
7	Каналы доставки информации на канальном уровне OSI – модели.		2				
8	Основные специализированные сетевые устройства.	1					
9	Экономическая эффективность внедрения АСУ энергопотреблением	1					
ИТОГО		6	6				Зачет



## 4. Информационно-методическая часть

### Перечень практических занятий

В процессе изучения дисциплины студенты выполняют комплексную практическую работу на тему «Разработка проекта технического задания на внедрение АСУ энергопотреблением (по видам энергоносителей) предприятия (цеха, участка).

Примерная структура практической работы.

1. Разработка структурной схемы объекта с указанием потребляемых энергетических ресурсов и их основных потребителей.
2. Выбор и обоснование датчиков и приборов для контроля необходимых параметров потребления энергоресурсов.
3. Выбор и обоснование каналов передачи информации от датчиков на программируемые (промышленные) логические контроллеры (ПЛК).
4. Выбор и обоснование программируемых логических контроллеров (ПЛК и исполнительных (регулирующих) устройств (механизмов) для управления расходом каждого вида энергоресурсов.
5. Выбор и обоснование каналов передачи информации от ПЛК на исполнительные (регулирующие) устройства и от ПЛК на устройства сбора и передачи информации (УСПД).
6. Выбор и обоснование каналов передачи информации от УСПД на автоматизированное рабочее место (АРМ).
7. Разработка общей иерархической (поуровневой) схемы АСУ энергопотреблением с указанием всех датчиков, приборов, исполнительных механизмов, ПЛК, УСПД, АРМ и всех каналов передачи информации.

### Тестовые задания

1. На каком уровне эталонной модели взаимодействия открытых систем (OSI – модель) реализуется механическое и электрическое соединение среды передачи данных.
  - А) физическом;
  - Б) канальном;
  - В) сетевом.
2. При каком методе организации доступа к каналам передачи данных в промышленных сетях права ведущего имеет группа устройств сети.
  - А) Централизованный метод;
  - Б) Децентрализованный метод;
  - В) Метод передачи маркера.
3. Какое из специализированных сетевых устройств служит для подключения сетевого узла к основной магистрали сети из коаксиального кабеля или оптоволоконна.

- А) Трансивер (transceiver);  
 Б) Концентратор (hub);  
 В) Мост (bridge).
4. Основное назначение интеллектуального концентратора (switcher)?  
 А) Для соединения двух различных сетей;  
 Б) Для соединения сегментов кабеля, восстанавливает и усиливает передаваемый сигнал;  
 В) Коммутировать входящие пакеты, т. е. ретранслировать их по сегментам.
5. Какие из RS-протоколов передают данные только в одну сторону, т. е. только с передатчика на приемник.  
 А) Симплексные (simplex);  
 Б) Полудуплексные (half-duplex);  
 В) Дуплексные (full-duplex).
6. Какой из RS-протоколов обеспечивает работу 32 передатчиков и 32 приемников.  
 А) RS-232;  
 Б) RS-422;  
 В) RS-485
7. Какая скорость передачи данных по витой паре:  
 А) До 10 Мбит/сек;  
 Б) До 100Мбит/сек;  
 В) Свыше 100 Мбит/сек.
8. Какая скорость передачи данных по электронной высокоскоростной шине данных CAN (ControllerAreaNetwork):  
 А) 500 кбит/с;  
 Б) 10 Мбит/сек;  
 В) 100 кбит/с.
9. Какая технология позволяет передавать одновременно аналоговый и цифровой сигнал по одной и той же паре проводов?  
 А) HART;  
 Б) PLC (Power Line Communication);  
 В) Шина FlexRay .
10. На каком уровне эталонной модели взаимодействия открытых систем (OSI – модель) реализуется промышленный Ethernet?  
 А) Канальном;  
 Б) Физическом и канальном;  
 В) Сетевом.

### **Контроль качества усвоения знаний**

1. Выборочный контроль на лекциях.
2. Проверка конспектов лекций студентов.
3. Собеседование при защите отчетов по практическим занятиям.
4. Сдача зачета по дисциплине.

## Основная литература

1. Осика, Л. К. Расчетные методы интеллектуальных измерений (Smart Metering) в задачах учета и сбережения электроэнергии: практическое пособие / Л. К. Осика. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 422 с.
2. Шведов, Г. В. Потери электроэнергии при её транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение : учебное пособие для вузов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника", модуль "Электроэнергетика" / Г. В. Шведов, О. В. Сипачева, О. В. Савченко ; ред. Ю. С. Железко. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 424 с. - ISBN 978-5-383-00832-4.
3. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии: учебно-методическое пособие, под ред. С.П. Кундаса.- Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011.-160 с.
4. Правила пользования электрической и тепловой энергией и др. нормативные документы. – Минск: Ксения, 2009. – 213 с.
5. Внедрение систем автоматизированного учета и контроля параметров энергопотребления (АСКУЭ, АИИСКУЭ) [Электронный ресурс]// ООО ПФФ «Центр энергосберегающих технологий». [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.estc.dias.ru/askue/>.
6. АСКУЭ — Преимущества, Цели, Задачи [Электронный ресурс]// ТОО «KazNetworks». [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://kaznetworks.kz/index.php?dn=info&pa=asmm-benefits-and-objectives>

## Дополнительная литература

1. Правила устройства электроустановок.—Мн: Ксения,2009.—640 с.
2. Короткевич М.А. Эксплуатация электрических сетей: учебник/ М.А.Короткевич.— Мн.: Вышш. шк. 2005. – 364 с.
3. Назаров В.И., Теплотехнические измерения и приборы. Назаров В.И., Чиж В.А., Буров А.Л. – Мн.: Техноперспектива, 2008.
4. ТКП 339-2011 (02230). Правила устройства электроустановок. – Минск: Минэнерго, 2011.
5. ТКП 45-4.02-183-2009 (02250). Тепловые пункты. Правила проектирования. – Минск: Мин. архитектуры и строительства, 2010. – 45 с.
6. ГОСТ 24.104-85. Автоматизированные системы управления. Общие требования.
7. [www.government.by](http://www.government.by)
8. [www.economy.gov.by](http://www.economy.gov.by)
9. [www.energomera.ru](http://www.energomera.ru)

### Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Стенд для изучения автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов.
2. Устройство сбора и передачи данных УСПД 164-01.
3. Разветвитель интерфейсов «Энергомера» ИНЕС.685686.002ПС.
4. Микропроцессорный трехфазный счетчик активной и электрической энергии ЦЭ6850М.
5. Многотарифный однофазный счетчик активной электрической энергии ЦЭ6827М1.
6. Многотарифный трехфазный счетчик активной электрической энергии ЦЭ6822.
7. Блок питания БП-24 ИНЕС.418112.002 ПС.
8. Автоматизированное рабочее место.
9. Модем PLC CE832C2.
10. Модем GSM Siemens T35.
11. Профессиональные компьютерные программы (FLOTRAN ANSYS, GASDYNAMICTOOL, MATHCAD и др.).
12. Компьютерные программы, разработанные в Вузе. Интерактивные программы расчета.
13. Учебные кинофильмы.
14. Комплекты слайдов, комплекты плакатов.

### 5. Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами специальности

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы	Решение кафедры, разработавшей учебную программу
Энергопотребление в зданиях и сооружениях. Электроснабжение предприятий. Теплоснабжение предприятий.	Энергоэффективных технологий. Энергоэффективных технологий. Энергоэффективных технологий.	Предложений нет. Предложений нет. Предложений нет.	Учебную программу по дисциплине «Автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов» утвердить. Протокол № 8 от 28.12.2017 г.

Согласовано: зав. кафедрой  
энергоэффективных технологий

В.А.Пашинский