

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Бурковский А.В.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«Энергосберегающее управление электротехническими
комплексами»**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

 / к.т.н. доцент Кожин А.С./

Заведующий кафедрой
Электропривода,
автоматики и управления в
технических системах

 /д.т.н. проф. Бурковский В.Л./

Руководитель ОПОП

 /д.т.н. проф. Питолин В.М./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование знаний об основных методах и средствах управления электротехническими комплексами.

1.2. Задачи освоения дисциплины

освоение обучающимися знаний о современных аппаратных и программных средствах управления режимами работы электротехническими комплексами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Энергосберегающее управление электротехническими комплексами» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Энергосберегающее управление электротехническими комплексами» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен выполнять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ.

ПК-4 - Способен разрабатывать проектные решения отдельных частей автоматизированной системы управления технологическими процессами

ПК-5 – Способен осуществлять предпроектное обследование технологического процесса, для которого разрабатывается автоматизированная система управления

ПК-7 - Способен осуществлять эксплуатацию систем электроприводов и автоматизированных систем управления

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать: методы анализа и моделирования электротехнических устройств; - принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии
	Уметь: применять методы теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов
	Владеть: методами проведения компьютерных исследований электротехнических комплексов (ЭТК)

ПК-4	знать принципы работы элементов автоматизированной системы управления технологическими процессами;
	уметь проектировать состав, определять функции и анализировать работу автоматизированных систем управления технологическими процессами;
	владеть методикой синтеза автоматизированных систем управления технологическими процессами
ПК-5	знать методики теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов
	уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов
	владеть методами проведения компьютерных исследований электроэнергетических объектов
ПК-7	знать методики проведения испытаний систем электроприводов и автоматизированных систем управления;
	уметь определять особенности построения и физической реализации систем электроприводов и автоматизированных систем управления.
	владеть методами настройки и запуска в эксплуатацию систем электроприводов и автоматизированных систем управления;

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Энергосберегающее управление электротехническими комплексами» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Самостоятельная работа	72	72

Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	108 3	108 3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Самостоятельная работа	96	96
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	108 3	108 3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек.	Лаб. зан.	Пр. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Общие сведения об ЭТК	Развитие электроэнергетики России; электроэнергетические системы; электрические сети и комплексы	3	3		12	18
2	Системы электроснабжения ЭТК	Общая характеристика систем электроснабжения; основные группы потребителей электроэнергии и основные типы схем электрических сетей ЭТК;	3	3		12	18
3	Режимы работы ЭТК и управление ими	Классификация режимов ЭТК; переходные режимы и процессы; нормативные показатели устойчивости и их обеспечение; средства управления режимами и их функции; автоматизированная система диспетчерского управления; структура системы противоаварийной автоматики	3	3		12	18
4	Регулирование напряжения и РМ в	Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением; потребители и источники	3	3		12	18

	ЭТК	реактивной мощности; компенсация реактивной мощности; Регулирование напряжения и РМ в ЭТК					
5	Вопросы противоаварийной защиты	Требования, предъявляемые к защите ЭТК, дистанционная защита	3	3		12	18
6	Качество электроэнергии в системах электроснабжения ЭТК	показатели качества электроэнергии; влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств; технические средства контроля качества электроэнергии; обеспечение качества электроэнергии	3	3		12	18
Итого			18	18	-	72	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	Пр. занятия	СРС	Всего, час
1	Введение. Общие сведения об ЭТК	Развитие электроэнергетики России; электроэнергетические системы; электрические сети и комплексы	1	1	-	16	18
2	Системы электроснабжения ЭТК	Общая характеристика систем электроснабжения; основные группы потребителей электроэнергии и основные типы схем электрических сетей ЭТК;	1	1	-	16	18
3	Режимы работы ЭТК и управление ими	Классификация режимов ЭТК; переходные режимы и процессы; нормативные показатели устойчивости и их обеспечение; средства управления режимами и их функции; автоматизированная система диспетчерского управления; структура системы противоаварийной автоматики	1	1	-	16	18
4	Регулирование напряжения и РМ в ЭТК	Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением; потребители и источники реактивной мощности; компенсация реактивной мощности; Регулирование напряжения и РМ в ЭТК	1	1	-	16	18
5	Вопросы противоаварийной защиты	Требования, предъявляемые к защите ЭТК, дистанционная защита	-	-	-	16	16
6	Качество электроэнергии в системах электроснабжения ЭТК	показатели качества электроэнергии; влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств; технические средства контроля качества электроэнергии; обеспечение качества электроэнергии	-	-	-	16	16
Итого			4	4	-	96	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Общая характеристика систем электроснабжения; основные группы потребителей электроэнергии ЭТК
2. Регулирование напряжения и РМ в ЭТК
3. Качество электрической энергии; показатели качества электроэнергии в ЭТК
4. Технические средства контроля качества электроэнергии; ЭМС и обеспечение качества электроэнергии в ЭТК

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

ПК-4	знать основные виды параметров оптимизации; требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента;	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать планы, программы и методики проведения экспериментальных исследований;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками выбора четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать методики теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами проведения компьютерных исследований электроэнергетических объектов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	знать принципы выбора моделей; методы проведения факторного эксперимента;	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь варьировать всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

владеть навыками выбора четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
--	--	---	---

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной тестовой системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать основные виды параметров оптимизации; требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	уметь разрабатывать планы, программы и методики проведения экспериментальных исследований;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками выбора четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать методики теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами проведения компьютерных исследований электроэнергетических объектов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-7	знать принципы выбора моделей; методы проведения факторного эксперимента;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь варьировать всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками выбора четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств:

7.2.1 Примерный перечень заданий:

Контрольная работа № 1 «Средства управления энергетическими режимами ЭТК»

для подготовки к тестированию

№ 1. Что входит в понятие энергосбережение?

отве

т

- 1 реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии
- 2 результат интеллектуальной деятельности, содержащий систематизированные знания, используемые для выпуска соответствующей продукции, применения соответствующего процесса или оказания соответствующих услуг, совокупность научно-технических знаний, технических решений, процессов, материалов и оборудования, которые могут быть использованы при разработке, производстве или эксплуатации продукции
- 3 топливно-энергетический комплекс страны, охватывает получение, передачу, преобразование и использование различных видов энергии и энергетических ресурсов

№ 2. Что такое показатель энергоэффективности?

отве

т

- 1 энергетический ресурс, получаемый в виде побочного продукта основного производства или являющийся таким продуктом
- 2 абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами
- 3 носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть полезно использован в перспективе

№ 3. Что такое энергетический ресурс?

отве

т

- 1 энергетический ресурс, получаемый в виде побочного продукта основного производства или являющийся таким продуктом
- 2 абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами
- 3 носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть полезно использован в перспективе

№ 4. Что входит в понятие эффективное использование

отве **энергетических ресурсов?**

т

- 1 достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении требований к охране окружающей природной среды
- 2 расход энергетических ресурсов, обусловленный несоблюдением требований, установленных государственными стандартами, а также нарушением требований, установленных иными нормативными актами, технологическими регламентами и паспортными данными для действующего оборудования
- 3 абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами

№ **5. На каких принципах основана энергосберегающая политика государства?**

т

- 1 приоритет эффективного использования энергетических ресурсов; осуществление государственного надзора за эффективным использованием энергетических ресурсов; обязательность учета юридическими лицами производимых или расходуемых ими энергетических ресурсов, а также учета физическими лицами получаемых ими энергетических ресурсов;
- 2 включение в государственные стандарты на оборудование, материалы и конструкции, транспортные средства показателей их энергоэффективности; сертификация топливо-, энергопотребляющего, энергосберегающего и диагностического оборудования, материалов, конструкций, транспортных средств, а также энергетических ресурсов;
- 3 сочетание интересов потребителей, поставщиков и производителей энергетических ресурсов; заинтересованность юридических лиц - производителей и поставщиков энергетических ресурсов в эффективном использовании энергетических ресурсов;

№ **6. На чем основаны принципы управления в области энергосбережения?**

т

- 1 стимулирование производства и использования топливо- и энергосберегающего оборудования; организация учета расхода энергетических ресурсов, а также контроль за их расходом;
- 2 осуществление государственного надзора за эффективным использованием энергетических ресурсов; проведение энергетических обследований организаций;
- 3 проведение энергетической экспертизы проектной

документации для строительства; реализация демонстрационных проектов высокой энергетической эффективности

№ **7. Какие направления повышения эффективности**
отве **использования ТЭР и реализации потенциала**
т **энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве**
являются основными?

- 1 внедрение новых и совершенствование существующих технологий в производстве энергоёмких строительных материалов, изделий и конструкций;
 - разработка и внедрение энергоэффективных технологий производства строительно-монтажных работ;
 - автоматизация технологических процессов, внедрение регулируемых электроприводов;
 - увеличение термосопротивления ограждающих конструкций жилого фонда;
- 2 ликвидация неэкономичных котельных с переводом их нагрузок на другие котельные;
 - децентрализация систем теплоснабжения со строительством котельных малой мощности;
 - повышение эффективности работы коммунальных котельных путём замены неэкономичных котлов на более эффективные, перевода паровых котлов в водонагрейный режим работы, использование безопасных и экономичных способов очистки поверхности нагрева от накипи и нагара, внедрение безреагентных моноблочных водоподготовительных установок, перевод котельных с мазута на газ;
 - перевод котельных на местные виды топлива;
 - установка в котельных электрогенерирующего оборудования;
- 3 - внедрение систем обогрева производственных помещений инфракрасными излучателями;
 - использование гелиоколлекторов для нагрева воды, используемой на технологические нужды;
 - внедрение частотно-регулируемого привода для технологических установок;
 - перевод котельных в водогрейный режим;
 - децентрализация схем теплоснабжения с внедрением газогенераторных установок;
 - замена электрокотлов и неэкономичных чугунных котлов на котельные установки, работающие на местных видах топлива;

№ **8. Какое производство является малоотходным?**

отве

т

- 1 производство, при котором происходит процесс создания материальных благ, необходимых для существования и

- развития общества;
- 2 такое производство, в результате которого создаются разные виды экономического продукта;
- 3 такое производство, результаты которого при воздействии их на окружающую среду не превышают уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами, т. е. ПДК;
- № **9. На чем основан принцип комплексности использования**
отве **ресурсов?**
- т
- 1 требует максимального использования всех компонентов сырья и потенциала энергоресурсов;
- 2 каждый отдельный процесс или производство рассматривается как элемент динамичной системы – всего промышленного производства в регионе (ТПК) и на более высоком уровне как элемент эколого-экономической системы в целом, включающей кроме материального производства и другой хозяйственно-экономической деятельности человека, природную среду;
- 3 требует разумного использования всех компонентов сырья, максимального уменьшения энерго-, материало- и трудоемкости производства и поиска новых экологически обоснованных сырьевых и энергетических технологий;
- № **10. Какой из принципов безотходных технологий является**
отве **основным?**
- т
- 1 принцип рациональности технологий;
- 2 принцип комплексного экономного использования сырья
- 3 принцип системности;
- № **11. Какие из направлений создания мало- и безотходных**
отве **производств являются главными?**
- т
- 1 комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов; усовершенствование существующих и разработки принципиально новых технологических процессов и производств и соответствующего оборудования;
- 2 внедрение водо- и газооборотных циклов (на базе эффективных газо- и водоочистных методов);
- 3 кооперация производства с использованием отходов одних производств в качестве сырья для других и создания безотходных ТПК;
- № **12. Какие преимущества использования энергетических**
отве **технологий с использованием топливных элементов Вы**
т **знаете?**
- 1 высокая эффективность; возможность интегрирования с другими типами энергоустановок в комбинированных циклах;
- 2 самая высокая по сравнению с другими энерготехнологиями

- экологическая чистота при использовании органического топлива; низкий уровень шума;
- 3 отсутствие загрязнения воды; высокая мобильность;
- № **13. Какие показатели относятся к недостаткам**
отве **децентрализованного теплоснабжения?**
т
- 1 необходимость проектирования каждой миникотельной (т. к. все проекты систем индивидуальны для каждого здания), котлы работают только на газе;
- 2 Удельные расходы ТЭР ниже, чем у централизованного теплоснабжения, Модульность, т.е. возможность дополнительного наращивания мощности при необходимости;
- 3 котел является объектом повышенной опасности, который устанавливается в непосредственной близости от места проживания и отдыха людей;
- № **14. Какие показатели относятся к преимуществам**
отве **децентрализованного теплоснабжения?**
т
- 1 существенно улучшают качество теплоснабжения; удельные расходы ТЭР низкий, модульность, т.е. возможность дополнительного наращивания мощности при необходимости;
- 2 необходимость проектирования каждой миникотельной (т. к. все проекты систем индивидуальны для каждого здания), котлы работают только на газе;
- 3 незначительные габариты и удобство при монтаже и эксплуатации; обладают возможностью по снижению влияния вредных выбросов продуктов сгорания при совместном использовании с солнечными коллекторами;
- № **15. Какие основные направления предусмотрены в**
отве **концепции водообеспечения города Севастополя и его**
т **региона?**
- 1 разведка новых подземных источников пресной воды;
- 2 строительство открытых водохранилищ;
- 3 подведение днепровской воды из Северо-Крымского канала;
- № **16. Какие мероприятия относятся к первоочередным при**
отве **осуществлении Концепции энергосбережения на объектах**
т **ЖКХ г. Севастополя?**
- 1
- круглосуточное водоснабжение;
 - улучшенное отопление;
 - подключение горячего водоснабжения;
 - улучшение освещения уличного и освещения лестничных площадок и маршей;
 - установка счетчиков газа, воды, тепла и электроэнергии коллективного и квартирного учета;
 - сохранность оборудования и имущества;

- 2
- замена окон и дверей на металлопластиковые;
 - устройство тепловых фасадных экранов;
 - устройства шатровой крыши;
 - утепление подвальных и чердачных помещений;
 - установка системы автоматического контроля и передачи данных АСУП;
 - установка охранной системы;
 - обустройство административно-культурного и торгового блока помещений.

3 верно (1) и (2);

№ **17. Какие мероприятия относятся к мероприятиям второй**
отве **очереди при осуществлении Концепции энергосбережения**
т **на объектах ЖКХ г. Севастополя?**

- 1
- круглосуточное водоснабжение;
 - улучшенное отопление;
 - подключение горячего водоснабжения;
 - улучшение освещения уличного и освещения лестничных площадок и маршей;
 - установка счетчиков газа, воды, тепла и электроэнергии коллективного и квартирного учета;
 - сохранность оборудования и имущества;
- 2
- замена окон и дверей на металлопластиковые;
 - устройство тепловых фасадных экранов;
 - устройства шатровой крыши;
 - утепление подвальных и чердачных помещений;
 - установка системы автоматического контроля и передачи данных АСУП;
 - установка охранной системы;
 - обустройство административно-культурного и торгового блока помещений.

3 верно (1) и (2);

№ **18. Что входит в понятие энергетический аудит?**

отве

т

- 1
- это независимое всестороннее обследование энергетических систем и оборудования с целью определения: 1. их фактического состояния и соответствия действующим нормативам; 2. резервов энергосбережения и повышения энергоэффективности; 3. программы энергосберегающих мероприятий;
- 2
- это система управления, основанная на проведении типовых измерений и проверок, обеспечивающая такую работу предприятия, при которой потребляется только совершенно необходимое для производства количество энергии;
- 3
- это систематический режим для регистрации и контроля

энергопотребления и условий эксплуатации зданий;

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

№1. Воздушная линия напряжением 0,38 кВ длиной 500 м с проводами АС25, по которой предполагается передавать нагрузку $I_p=27\text{А}$. Определить годовые издержки на потери электроэнергии в линии, если время потерь $\tau=2000$ час, а удельные затраты на потери составляют $C_{\text{л}}=1,25$ руб/кВт·ч.

Решение задачи: Годовые издержки на потери электроэнергии в линии определяются следующим образом:

$$I_{\Gamma} = m \cdot I_p^2 \cdot R \cdot \tau \cdot C_{\text{л}} \cdot 10^{-3},$$

где m – число фаз линии; I_p – расчетный ток линии; R – активное сопротивление линии, при известных значениях удельного сопротивления линии r_0 и ее длины l : $R=r_0 \cdot l$. Для провода А-25 $r_0=1,14$ Ом/км / 6 /; τ – время потерь; $C_{\text{л}}$ – удельные затраты на потери электроэнергии в линии. Тогда для нашего случая:

$$I_{\Gamma} = 3 \cdot 27^2 \cdot 1,14 \cdot 0,5 \cdot 2000 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} = 3116,50 \text{ руб.}$$

№ 2. Односменное предприятие получает питание от рядом расположенной подстанции по двум трёхфазным кабелям напряжением 380 В с алюминиевыми жилами сечением по 70 мм² и $L=300$ м. Почасовая токовая нагрузка его в амперах составляет 1-ый час 130, 2 – 160, 3 – 180, 4 – 170, 5 – 80, 6 – 100, 7 – 130, 8 – 120, 9 – 90. Определить суточные потери электроэнергии. Для рассматриваемого кабеля по справочнику $R_0 = 0,443$ Ом/км.

Решение: Воспользуемся методом среднеквадратичного тока.

Найдём среднеквадратичный ток

$$I_{\text{ср}} = \sqrt{\sum I_i^2 / t} = \sqrt{(130^2 + 169^2 + 180^2 + 170^2 + 80^2 + 100^2 + 130^2 + 120^2 + 90^2) / 9} = 133,2 \text{ А.}$$

Сопротивление кабельной линии $R_k = R_0 L / 2 = 0,443 \cdot 0,3 / 2 = 0,066$ Ом.

Потери электроэнергии в линии $\Delta W = 3 I_{\text{с.к.}}^2 R_k t = 3 \cdot 133,2^2 \cdot 0,066 \cdot 9 \cdot 10^3 = 31,6$ кВт ч.

№ : Определить реактивную мощность, потребляемую электродвигателем 4А280М6 при степени его загрузки равной 1. Паспортные данные двигателя
 $P_H = 90 \text{ кВт}$; $\eta_H = 92,5\%$; $\cos \varphi_H = 0,89$; $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$; Ток холостого хода $I_{\text{хх}} = 0,6 \cdot I_H$.

РЕШЕНИЕ задачи: Определить номинальный ток двигателя

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H} = \frac{90}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,925 \cdot 0,89} = 166 \text{ А.}$$

Реактивная мощность, потребляемая электродвигателем при степени загрузки равной 1.

$$Q_H = \frac{P_H}{\eta_H} \cdot \tan \varphi_H = \frac{90}{0,925} \cdot 0,512 = 49,8 \text{ кВАр}$$

№ 3. При диагностике электродвигателя были измерены сопротивления фазных обмоток постоянному току. В результате измерения были

получены следующие значения $R_A=20 \text{ Ом}$; $R_B=19,8 \text{ Ом}$; $R_C=19,9 \text{ Ом}$. Паспортное значение сопротивления фазной обмотки постоянному току равно 20 Ом . Сделать вывод о состоянии фазных обмоток электрических машин.

РЕШЕНИЕ задачи: Измеренные значения сопротивлений обмоток различных фаз не должны отличаться более чем на $0,02 \text{ Ом}$. Определим, на сколько изменяются измеренные значения относительно паспортного значения сопротивления обмотки.

Фаза А - $\Delta R_A=0 \text{ Ом}$; фаза В - $\Delta R_B=0,2 \text{ Ом}$; фаза С - $\Delta R_C=0,1 \text{ Ом}$. Это недопустимо, значит в фазах В и С могут быть короткозамкнутые витки или сечение провода этих фазных обмоток отличается от расчетного.

№ 4. Для оценки технического состояния изоляции обмотки асинхронного короткозамкнутого электродвигателя с линейным номинальным напряжением $U_n=380 \text{ В}$ необходимо провести испытания повышенным напряжением межвитковой изоляции и электрической прочности главной изоляции. Измеренное сопротивление изоляции обмотки электродвигателя через $15 (R_{15})$ и $60 (R_{60})$ секунд после включения мегомметра равны: $R_{15}=8 \text{ Мом}$, $R_{60}=10 \text{ Мом}$. При оценке индукционными методами технического состояния активной стали этого электродвигателя, масса которой составляет $G=17 \text{ кг}$, зафиксированные ваттметром потери в стали составили $P=50 \text{ Вт}$. Определить: Напряжение испытания межвитковой изоляции, время испытаний. Напряжение испытания электрической прочности главной изоляции, время испытаний.

Решение задачи: 1. Напряжение испытания межвитковой изоляции равно $U_{\text{исп}} = U_n + 0,3U_n = 380 + 114 = 494 \text{ В}$. Время испытаний равно $t_{\text{исп}} = 3 \text{ мин}$.

2. Напряжение испытания электрической прочности равно $U_{\text{исп}} = 1000 + 2U_n = 1000 + 760 = 1760 \text{ В}$. Время испытаний равно $t_{\text{исп}} = 1 \text{ мин}$.

№ 5. Определить среднегеометрическое расстояние $D_{\text{ср}}$ между проводами с тремя линиями при их горизонтальном расположении на расстоянии 4 м и определить погонные параметры для провода марки АС 120/19.

Решение: $D_{\text{ср}} = 1,264 = 5,04 \text{ м}$.

По таблице выбираем искомые параметры

$R_0 = 0,270 \text{ Ом/км}$; $X_0 = 0,423 \text{ Ом/км}$; $b_0 = 2,69 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$.

№ 6. Определить зависимость активного сопротивления R_0^t от температуры сталеалюминиевого провода АС 95/16, равной $t = 32^\circ\text{С}$. Температурный коэффициент электрического сопротивления для сталеалюминиевого провода $\alpha = 0,00403 \text{ Ом/град}$.

Решение: Нормативное значение активного сопротивления при температуре проводника 20°С $R_0^{20} = \rho / F = 30 / 95 = 0,31 \text{ Ом/км}$;

ρ – удельное активное сопротивление материала провода, $\text{Ом мм}^2/\text{км}$;

F – сечение фазного провода (жила), мм^2 .

$R_0^{32} = R_0^{20} [1 + \alpha(t - 20^\circ\text{С})] = 0,31 [1 + 0,00403 (32 - 20^\circ\text{С})] = 0,325 \text{ Ом/км}$.

№ 7. ВЛЭП с фазными проводами АС 600/72.

Определить погонные параметры фазы, расщеплённой на два провода АС

300/48; диаметр провода после расщепления $2r_{\text{пр}} = 24,2$ мм.

Решение: Активное погонное сопротивление провода

$$R_0 = 1,05 \rho / 2F = 1,05 \cdot 30 / (2 \cdot 300) = 0,052 \text{ Ом/км};$$

Индуктивное погонное сопротивление фазы $X_0 = 0,144 \lg (D_{\text{ср}}/r_{\text{экв}}) + 0,016 / n$, Ом/км.

$$\text{Эквивалентный радиус провода } r_{\text{экв}} = \sqrt[n]{r_{\text{пр}} a^{n-1}} = \sqrt[4]{12,1 \cdot 400} = 69,6 \text{ мм.}$$

a – расстояние между расщеплёнными проводами, $a = 400$ мм.

$$X_0 = 0,144 \lg (8,82 \cdot 10^3 / 69,6) + 0,016/2 = 0,311 \text{ Ом/км.}$$

№ 8. Трёхфазный двухобмоточный трансформатор типа ТМ на 10 кВ имеет паспортные данные $S_{\text{ном}} = 100$ кВ А, $U_{\text{вн}} = 10$ кВ, $U_{\text{нн}} = 0,4$ кВ, $\Delta P_k = 1,97$ кВт, $\Delta P_x = 0,36$ кВт, $u_k = 4,5\%$, $i_x = 2,6\%$.

Составить упрощённую схему замещения трансформатора без учёта поперечной ветви в виде продольной ветви и определить параметры схемы замещения. Определить коэффициент трансформации k_T .

Решение:

Активное сопротивление трансформатора, приведённое к напряжению высшей обмотки

$$R = \Delta P_k U_{\text{н}}^2 \cdot 10^{-3} / S_{\text{ном}}^2 = 1,97 \cdot 10^2 \cdot 10^3 / 100^2 = 19,7 \text{ Ом}$$

$$\text{Полное сопротивление } Z = u_k U_{\text{н}}^2 \cdot 10^3 / 100 S_{\text{ном}} = 4,5 \cdot 10^2 \cdot 10^3 / 100 \cdot 100 = 45,0 \text{ Ом.}$$

$$\text{Реактивное сопротивление } X = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{45^2 - 19,7^2} = 40,5 \text{ Ом.}$$

$$\text{Коэффициент трансформации (идеального трансформатора). } k_T = U_{\text{вн}} / U_{\text{нн}} = 10/0,4 = 25.$$

№ 9. Кабельная линия напряжением 10 кВ протяжённостью 0,8 км, выполненная кабелем ААБ-3х120, питает предприятие мощностью нагрузки 1500 кВт, а коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,9$.

Определить потери мощности в линии и напряжение в конце линии, если в начале линии $U_1 = 10,3$ кВ. Из параметров схемы замещения следует учитывать только активное и реактивное сопротивления, удельные значения которых равны: $R_0 = 0,258$ Ом/км; $X_0 = 0,081$ Ом/км;

Решение:

$$R_{\text{л}} = R_0 \cdot 0,8 = 0,258 \cdot 0,8 = 0,206 \text{ Ом. } X_{\text{л}} = 0,081 \cdot 0,8 = 0,065 \text{ Ом.}$$

Вставив в формулу в качестве напряжения номинальное значение найдём потери мощности

$$\Delta P = P^2 R_{\text{л}} / (U_{\text{н}}^2 \cos^2 \varphi) = 1500^2 \cdot 0,206 \cdot 10^3 / (10^2 \cdot 0,9^2) = 5,7 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q = P^2 X_{\text{л}} / (U_{\text{н}}^2 \cos^2 \varphi) = 1500^2 \cdot 0,065 \cdot 10^{-3} / (10^2 \cdot 0,9^2) = 1,8 \text{ квар.}$$

Напряжение в конце линии определяется через потерю напряжения, используя также допущение расчёта распределительных сетей о равенстве мощностей в начале и конце линии

$$U_2 = U_1 - [(P R_{\text{л}} + Q X_{\text{л}}) / U_{\text{н}}] = 10,3 - [(1500 \cdot 0,206 + 726,5 \cdot 0,065) / 10] = 10,264 \text{ кВ.}$$

$$\text{Здесь } Q = P \tan \varphi = 1500 \cdot 0,484 = 726,5 \text{ кВАр.}$$

№10. Определить ток плавкой вставки предохранителей для защиты от коротких замыканий электродвигателя токарного станка: $P_{\text{н}} = 7,5$ кВт; $U_{\text{н}}$

= 380 В; $\cos \varphi = 0,8$; $\eta = 87\%$; $k_{\text{пуск}} = 7$. Коэффициент кратковременной тепловой перегрузки $\alpha = 2,5$ – для легких условий.

Решение: Определим номинальную силу тока эд:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} U_H \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,87} = 16,4 \text{ А};$$

Рассчитывается пусковой ток электродвигателя:

$$I_{\text{ПУСК}} = I_H \cdot k_{\text{ПУСК}} = 16,4 \cdot 7 = 114,8 \text{ А}$$

В соответствии с условиями выбора плавких предохранителей определяются номинальные токи плавких вставок: $I_{\text{вс}} = 16,4 \text{ А}$; $I_{\text{вс}}$

$$= \frac{I_{\text{ПУСК}}}{\alpha} = \frac{114,8}{2,5} = 45,9 \text{ А};$$

Из двух полученных значений выбираем большее.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Развитие электроэнергетики России;
2. Электроэнергетические системы;
3. Электрические сети и комплексы;
4. Общая характеристика систем электроснабжения;
5. Основные группы потребителей электроэнергии;
6. Основные типы схем электрических сетей ЭТК;
7. Классификация режимов ЭТК;
8. Переходные режимы и процессы;
9. Нормативные показатели устойчивости и их обеспечение;
10. Средства управления режимами и их функции;
11. Атоматизированная система диспетчерского управления;
12. Структура системы противоаварийной автоматики;
13. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением;
14. Потребители и источники реактивной мощности;
15. Компенсация реактивной мощности;
16. Регулирование напряжения и РМ в ЭТК
17. Требования, предъявляемые к защите ЭТК,
18. Дистанционная защита;
19. Показатели качества электроэнергии;
20. Влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств;
21. Технические средства контроля качества электроэнергии;
22. Обеспечение качества электроэнергии.

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5. Методика выставления оценки при проведении аттестации

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 5 баллов, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов –

20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции		Наименование оценочного средства
1	Введение. Общие сведения об ЭТК	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7		Тест, защита лабораторных работ
2	Системы электроснабжения ЭТК	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7		Защита лабораторных работ
3	Режимы работы ЭТК и управление ими	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7		Тест, защита лабораторных работ,
4	Регулирование напряжения и РМ в ЭТК	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7		Защита лабораторных работ
5	Вопросы защиты ЭТК	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7		Тест, защита лабораторных работ
6	Качество электроэнергии в системах электроснабжения ЭТК	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7		Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1Зайцев, А.И. Энергосберегающие технологии в распределенных электроэнергетических сетях : Монография. - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 224 с. - ISBN 978-5-7731-0458-2 : 267-42; 500 экз.

2Крысанов, В.Н. Программно-аппаратное обеспечение систем управления ЭЭС на базе технологии FАСТ : Монография. - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 232 с. - 416-77; 250 экз.

3Мещеряков В.Н. Энергосберегающие системы электропривода переменного тока с частотным управлением для механизмов с вентиляторным статическим моментом [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 50 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17682.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4Мещеряков В.Н. Энергосбережение в электроэнергетике и электроприводе [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Энергосберегающие технологии» для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»/ Мещеряков В.Н., Языкова Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017.— 28 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74425.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5 Крысанов В.Н. Аппаратно-программное управление режимами узлов нагрузки региональных сетей электроснабжения с помощью статических устройств / В.Н.Крысанов. – Воронеж: ВГТУ, 2017. – 244 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение

1. LibreOffice;

2. Apache OpenOffice 4.1.11;
3. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
4. ABBYY FineReader 9.0;
5. FEMM 4.2;
6. SciLab;
7. MATLAB Classroom;
8. Simulink Classroom.

Отечественное ПО

1. «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ»».
2. Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиатинтернет»».
3. Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).
4. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>
Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

1. Электротехника. Сайт об электротехнике
Адрес ресурса: <https://electrono.ru>
2. Электротехнический портал
<http://электротехнический-портал.рф/>
3. Силовая электроника для любителей и профессионалов
<http://www.multikonelectronics.com/>
4. Netelectro
Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации.
Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления
Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>
5. Marketelectro
Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека,

электромаркетинг.

Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

6. Электромеханика

Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>

7. Electrical 4U

Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник»

Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

8. All about circuits

Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия,

видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация

Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>

9. Библиотека ООО «Электропоставка»

Адрес ресурса: <https://elektropostavka.ru/library>

10. Электрик

Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>

11. Чертежи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

12. Электроспец

Адрес ресурса: <http://www.elektrospets.ru/index.php>

13. Библиотека

Адрес ресурса: WWER <http://lib.wwer.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

- 1. Специализированная лекционная аудитория**, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
- 2. Учебные лаборатории:** «Электропривода, «Энергосбережения и энергоэффективности».
- 3. Дисплейный класс**, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Энергосберегающее управление электротехническими комплексами» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электрооборудования систем электроснабжения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой контрольной работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.