



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ***

Направление подготовки (специальность)  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Менеджмент в электроэнергетике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий  
17.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
зав. кафедрой ЭПП, д-р техн. наук \_\_\_\_\_

Г.П. Корнилов

Рецензент:  
начальник ЦЭСиП ПАО "ММК", канд. техн. наук \_\_\_\_\_

Н.А. Николаев

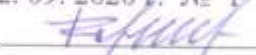


**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 02.09.2020 г. № 1

Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

---

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью преподавания дисциплины «Энергосберегающие технологии в области электроэнергетики» является формирование и развитие у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Менеджмент в электроэнергетике, в том числе изучение технологий энергосбережения при выработке, передаче и распределении электроэнергии и приобретение практических навыков расчёта и оценки экономической эффективности при внедрении энергосберегающих технологий

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Энергосберегающие технологии в области электроэнергетики входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Энергосбережение и энергоменеджмент

Анализ и управление электропотреблением

Основы ресурсосбережения

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы ресурсосбережения

Энергоаудит

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - научно-исследовательская работа

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Энергосберегающие технологии в области электроэнергетики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности
ПК-1.1	Определяет под руководством специалиста более высокой квалификации содержание и требования к результатам исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП на основе изучения тенденций развития соответствующей области научного знания, запросов рынка труда, образовательных потребностей и возможностей обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП
ПК-1.2	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП
ПК-1.3	Выполняет поручения по организации научных конференций, конкурсов проектных и исследовательских работ обучающихся

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 57,2 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов
- самостоятельная работа – 15,1 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Введение.								
1.1 Виды возобновляемых источников энергии. Виды и технологии утилизации вторичных энергоресурсов металлургического производства. Оценка экономической эффективности утилизации ВЭР.	2	2		4/2И	2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – самостоятельное изучение лекционного материала; – самостоятельное выполнение практических заданий под руководством преподавателя.	Входной контроль. Индивидуальные задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		2		4/2И	2			
2. 2. Солнечная энергетика.								
2.1 Виды солнечных электростанций. Солнечно-тепловые энергоустановки. Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую. Солнечно-водородная энергетика. Расчеты рентабельности.	2	2		4/2И	2	– самостоятельное изучение учебной литературы; – самостоятельное изучение лекционного материала; – самостоятельное выполнение практических заданий под руководством преподавателя.	Экспресс-опрос. Индивидуальные задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		2		4/2И	2			

3. 3. Ветроэнергетика.								
3.1 Разновидности ветровых турбин и ветроэнергетических установок. Гибридные электростанции. Оффшорная ветроэнергетика. Расчеты рентабельности.	2	2		4/2И	2	– самостоятельно изучение учебной литературы; – самостоятельное изучение лекционного материала; – самостоятельное выполнение практических заданий под руководством преподавателя.	Экспресс-опрос. Индивидуальные задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		2		4/2И	2			
4. 4. Топливные элементы.								
4.1 Классификация, принцип действия. Рабочие характеристики. Расчеты рентабельности.	2	2		4/2И	2	- самостоятельно изучение учебной литературы; – самостоятельное изучение лекционного материала; – самостоятельное выполнение практических заданий под руководством преподавателя.	АКР №1. Индивидуальные задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		2		4/2И	2			
5. 5. Участие электростанций на основе ВИЭ в покрытии суточного графика нагрузки энергосистемы.								
5.1 Накопители энергии и их классификация. СПИН, маховиковые накопители, гидроаккумулирующие и воздушно-аккумулирующие электростанции, аккумуляторы большой емкости, суперконденсаторы. Оценка эффективности управления электростанциями ВИЭ в сочетании с традиционной энергетикой и накопителями энергии.	2	2		4/2И	2	– самостоятельно изучение учебной литературы; – самостоятельное изучение лекционного материала; – самостоятельное выполнение практических заданий под руководством преподавателя.	Экспресс-опрос. Индивидуальные задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		2		4/2И	2			
6. 6. Энергосбережение при передаче и распределении электроэнергии.								

6.1 Глубокий ввод на основе кабельных и элегазовых трансформаторов. Использование сверхпроводимости в токопроводах, трансформаторах, кабелях. Трансформаторы с сердечником из аморфной стали. Высокотемпературные провода воздушных линий. Оценка технико-экономической эффективности замены оборудования.	2	2		4/2И	2	– самостоятельно изучение учебной литературы; – самостоятельное изучение лекционного материала; – самостоятельное выполнение практических заданий под руководством преподавателя.	Экспресс-опрос. Индивидуальные задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		2		4/2И	2			
7. 7. Применение интеллектуальных счетчиков для коммерческого и технического учета электроэнергии.								
7.1 Особенности измерения отчетных показателей электросетевых компаний. Счетчики потерь. Балансы электроэнергии и мощности для электростанций, подстанций, районов электрических сетей. Балансирование потерь в одном сетевом элементе.	2	3		6	2	– самостоятельно изучение учебной литературы; – самостоятельное изучение лекционного материала; – самостоятельное выполнение практических заданий под руководством преподавателя.	Экспресс-опрос. Индивидуальные задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		3		6	2			
8. 8. Энергосбережение в системах собственных нужд электрических станций и подстанций.								

8.1 Энергосберегающий электропривод тягодутьевых механизмов и насосных установок. Применение тепловых насосов для утилизации тепла охлаждаемого оборудования. Оценка влияния энергосберегающих технологий на стационарный КПД и себестоимость вырабатываемых энергоресурсов.	2	3		6	1,1	– самостоятельно изучение учебной литературы; – самостоятельное изучение лекционного материала; – самостоятельное выполнение практических заданий под руководством преподавателя; – самостоятельная подготовка мультимедийной презентации по согласованной с преподавателем теме.	АКР №2. Индивидуальные задания. Оформление презентации по курсу	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		3		6	1,1			
9. Промежуточная аттестация (экзамен)								
9.1 Промежуточная аттестация (экзамен)	2					Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену)	Сдача промежуточной аттестации (экзамена)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу								
Итого за семестр		18		36/12И	15,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18		36/12И	15,1		экзамен	



## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Энергосберегающие технологии в области электроэнергетики» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Энергосберегающие технологии в области электроэнергетики» происходит с использованием мультимедийного оборудования. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: 1) использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы специализированного программного обеспечения, сложных структурных схем и большого объема графического материала; 2) использование электронных учебников по отдельным темам занятий; 3) активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос и т.д.

При проведении практических занятий используются работа в команде и методы ИТ. Самостоятельная работа стимулирует магистрантов в процессе подготовки домашних заданий, при работе на практических занятиях и при подготовке к итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Заславец, Б. И. Энергосбережение в металлургическом производстве : учебное пособие / Б. И. Заславец, А. Н. Шеметов, О. Л. Назарова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4002.zip&show=dcatalogues/1/1124231/4002.zip&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Ушаков, В. Я. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК: Учебное пособие / Ушаков В.Я., Чубик П.С. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 388 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701880> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке : монография / Ф. Д. Косоухов, Н. В. Васильев, А. Л. Борошнин, А. О. Филиппов. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-2119-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75512> (дата обращения: 23.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Малафеев, А. В. Оптимизация установившихся режимов систем электроснабжения и электроэнергетических систем : учебное пособие [для вузов] / А. В. Малафеев, А. В. Варганова ; МГТУ. - 2-е изд. - Магнитогорск : МГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3898.pdf&show=dcatalogues/1/1530041/3898.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1537-4. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» <https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive>

4. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» <http://esik.magtu.ru/ru/>

5. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета" <http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#>

#### в) Методические указания:

1. Олейников, В.К. Составление и расчет энергетического баланса промышленного предприятия [Текст]: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Анализ и управление электропотреблением» для студентов направления 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника» /В.К. Олейников, А.Н. Шеметов. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 13 с.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, мультимедийный проектор, экран

Помещения для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа магистрантов на практических занятиях заключается в самостоятельном выполнении индивидуальных заданий под руководством преподавателя, а также в проведении самостоятельных исследований с последующим анализом и коллективным обсуждением результатов.

Внеаудиторная самостоятельная работа магистрантов осуществляется в виде чтения и проработки лекционного материала и рекомендованной литературы. Также самостоятельная работа предполагает выполнение домашних заданий с консультациями преподавателя.

#### **Аудиторные контрольные работы:**

АКР №1 – Электростанции на базе ВИЭ и накопители энергии.

Примеры заданий:

Вариант 1.

1. Каким образом осуществляется прямое преобразование солнечной энергии в электрическую?

2. Назовите преимущества и недостатки оффшорных ветроэлектростанций.

Вариант 2.

1. Какова рабочая температура высокотемпературных топливных элементов?

2. Приведите классификацию аккумуляторных установок большой мощности?

Вариант 3.

1. Сравните ВЭУ с вертикальным и с горизонтальным расположением рабочих колес.

2. Какие накопители целесообразнее всего использовать для компенсации кратковременных колебаний нагрузки?

АКР №2 – Энергосбережение и учет потерь мощности и энергии в электросетевых организациях.

Вариант 1.

1. С какой целью разрабатываются и утверждаются нормативы технологических потерь электроэнергии?

2. Перечислите способы определения потерь интеллектуальными счетчиками электроэнергии.

Вариант 2.

1. Назовите способы снижения технологического расхода электроэнергии в сетевых компаниях.

2. Что представляет собой аморфная сталь?

Вариант 3.

1. Охарактеризуйте явление высокотемпературной сверхпроводимости.

2. Опишите принцип действия теплового насоса.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-1: Способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности</b>		
ПК-1.1	Определяет под руководством специалиста более высокой квалификации содержание и требования к результатам исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП на основе изучения тенденций развития соответствующей области научного знания, запросов рынка труда, образовательных потребностей и возможностей обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП	Вопросы для подготовки к экзамену. 1. Понятие энергосбережения. Энергосбережение при выработке, передаче, распределении и потреблении электроэнергии. 2. Вторичные энергоресурсы металлургического производства. 3. Использование ВЭР металлургического производства для выработки электрической и тепловой энергии. 4. Виды возобновляемых источников энергии. 5. Общая характеристика энергии ветра и возможности ее использования. 6. Конструкция и принцип действия ветроэнергетических установок. 7. Разновидности турбин в составе ВЭУ. 8. Общая характеристика энергии Солнца и возможности ее использования. 9. Классификация солнечных электростанций. 10. Солнечные электростанции с термодинамическим циклом. 11. Солнечные электростанции на основе фотоэлектрических преобразователей. 12. Принцип действия, характеристики и схемы включения солнечных модулей. 13. Использование топливных элементов в энергетике. 14. Типы и характеристики топливных элементов. Задачи для экзамена: 1. Определить снижение потерь активной мощности при замене трансформатора ТМ-630/10 на аналогичный трансформатор с аморфным сердечником. Коэффициент загрузки трансформатора 0,78; напряжение на

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>первичной обмотке 10,7 кВ.</p> <p>2. Сравнить величину расхода электроэнергии дутьевым вентилятором ВДН-18-П с приводным асинхронным двигателем мощностью 130 кВт при снижении производительности котла на 40% для случая дроссельного регулирования расхода и при использовании тиристорного регулятора напряжения.</p> <p>3. Оценить эффект от энергосбережения при переводе ОПУ с электрического отопления на отопление от систем охлаждения трансформаторов за счет использования тепловых насосных установок. Тип ОПУ – V. Климат – умеренно теплый. На подстанции установлено 2 трансформатора ТРДЦН-80000/110, работающие в нормальном режиме с коэффициентом загрузки 0,5.</p>
ПК-1.2	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП	<p>Вопросы для подготовки к экзамену.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможности энергосбережения при передаче и распределении электроэнергии.</li> <li>2. Явление сверхпроводимости. Низкотемпературная и высокотемпературная сверхпроводимость.</li> <li>3. Кабели и токопроводы на основе сверхпроводимости.</li> <li>4. Трансформаторы на основе сверхпроводимости.</li> <li>5. Кабельные трансформаторы и применение их для глубокого ввода высокого напряжения.</li> <li>6. Элегазовые трансформаторы и применение их для глубокого ввода высокого напряжения.</li> <li>7. Применение в распределительных сетях трансформаторов с магнитопроводом из аморфной стали.</li> <li>8. Применение регулируемого электропривода для снижения электропотребления тягодутьевыми машинами и насосными установками собственных нужд тепловых электростанций.</li> <li>9. Энергосбережение в системах собственных нужд подстанций.</li> </ol> <p>Задачи для экзамена:</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. Рассчитать глобальную интенсивность солнечного излучения на горизонтальной поверхности Земли при угле положения Солнца над горизонтом <math>60^\circ</math> и интенсивности излучения в космосе <math>1380 \text{ Вт/м}^2</math>.</p> <p>2. Рассчитать коэффициент затенения солнечного коллектора, если расстояние между рядами установки 3 м, длина рядов 6 м, угол наклона <math>35^\circ</math>.</p> <p>3. Рассчитать КПД солнечного коллектора, если коэффициент внутренней конверсии 0,81; интенсивность излучения <math>800 \text{ Вт/м}^2</math>; разность температур между коллектором и окружающей средой <math>30^\circ\text{C}</math>.</p> <p>4. Выполнить пошаговым методом расчет потерь в трехобмоточном трансформаторе ТДТН-63000/110/35 с низшим напряжением 10,5 кВ. Измеряются активная и реактивная мощности со стороны обмотки СН (23 МВт и 15 Мвар), активная и реактивная мощность со стороны обмотки НН (18 МВт и 14 Мвар), напряжение обмотки НН (10,2 кВ). ПБВ на стороне СН находится в среднем положении, РПН на стороне ВН находится в положении, соответствующем наибольшему первичному напряжению.</p>
ПК-1.3	Выполняет поручения по организации научных конференций, конкурсов проектных и исследовательских работ обучающихся	<p>Вопросы для подготовки к экзамену.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Участие электросетевых компаний в деятельности ОРЭМ и РРЭ.</li> <li>2. Способы определения технологических потерь мощности и электроэнергии в сетевых организациях.</li> <li>3. Использование счетчиков потерь.</li> <li>4. Балансы мощности и электроэнергии электростанции, подстанции, участка электрических сетей. Допустимые небалансы и методики расчета.</li> <li>5. Балансирование потерь в одном сетевом элементе для различных случаев расположения точки поставки электроэнергии относительно точек учета электроэнергии.</li> <li>6. Экономическая эффективность утилизации вторичных энергоресурсов в условиях металлургического производства.</li> <li>7. Метод расчета рентабельности при использовании ВИЭ без учета прибыли на инвестированный капитал.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>8. Метод расчета рентабельности при использовании ВИЭ с учетом прибыли на инвестированный капитал.</p> <p>Задачи для экзамена:</p> <p>1. На шинах 110 кВ электростанции выдача со стороны повысительных трансформаторов учитывается тремя счетчиками с годовыми показаниями <math>W_1=370</math> МВт<math>^\circ</math>ч; <math>W_2=410</math> МВт<math>^\circ</math>ч; <math>W_3=395</math> МВт<math>^\circ</math>ч; учет по четырем отходящим линиям ведется счетчиками с годовыми показаниями: <math>W_4=305</math> МВт<math>^\circ</math>ч; <math>W_5=315</math> МВт<math>^\circ</math>ч; <math>W_6=321,1</math> МВт<math>^\circ</math>ч; <math>W_7=304,4</math> МВт<math>^\circ</math>ч.</p> <p>Сравнение с показаниями дублирующих счетчиков выявило значительные погрешности в измерении <math>W_6</math>. Получить более точный результат <math>W_6</math>, используя совокупное балансовое измерение по этому присоединению.</p> <p>2. Имеется линия электропередачи, выполненная проводом АС-150, с номинальным напряжением 110 кВ, длиной 37 км. Линия соединяет узлы А (начало линии) и Б. Известно, что <math>U_A=117</math> кВ, <math>U_B=111,5</math> кВ, <math>P_A=25</math> МВт. Определить чувствительность результата косвенного измерения мощности в конце линии и потерь мощности к изменению модулей напряжения по концам линии.</p> <p>3. Оценить рентабельность с учетом прибыли на инвестированный капитал для солнечно-тепловой электростанции с годовой выработкой 118 млн кВт<math>\cdot</math>ч. Капиталовложения составляют 9750 млн руб., ежегодные издержки 240 млн руб., срок эксплуатации – 35 лет, процентная ставка – 7%.</p>



**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Энергосберегающие технологии в области электроэнергетики» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков. Проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.