



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
В.Р. Храппин

26.01.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

Направление подготовки (специальность)
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Цифровой 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

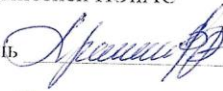
Магнитогорск
2022 год

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

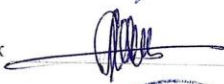
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Электроснабжения промышленных предприятий
25.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Г.И. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храппин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ЭПП, канд. техн. наук

 А.В. Малафеев

Рецензент:
начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук



 Н.А. Николасев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Г.П. Корнилов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
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 Цифровой 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: 22.06.2022). - 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: 22.06.2022). – 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: 22.06.2022). — 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: 22.06.2022). - 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> (дата обращения: 22.06.2022).

4. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» <http://esik.magtu.ru/ru/> (дата обращения: 22.06.2022).

5. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета" <http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#> (дата обращения: 22.06.2022).

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»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

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

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
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	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
		первичной обмотке 10,7 кВ. 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. 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.
ПК-1.2	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП	Вопросы для подготовки к экзамену. 1. Возможности энергосбережения при передаче и распределении электроэнергии. 2. Явление сверхпроводимости. Низкотемпературная и высокотемпературная сверхпроводимость. 3. Кабели и токопроводы на основе сверхпроводимости. 4. Трансформаторы на основе сверхпроводимости. 5. Кабельные трансформаторы и применение их для глубокого ввода высокого напряжения. 6. Элегазовые трансформаторы и применение их для глубокого ввода высокого напряжения. 7. Применение в распределительных сетях трансформаторов с магнитопроводом из аморфной стали. 8. Применение регулируемого электропривода для снижения электропотребления тягодутьевыми машинами и насосными установками собственных нужд тепловых электростанций. 9. Энергосбережение в системах собственных нужд подстанций. Задачи для экзамена:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		1. Рассчитать глобальную интенсивность солнечного излучения на горизонтальной поверхности Земли при угле положения Солнца над горизонтом 60° и интенсивности излучения в космосе 1380 Вт/м^2. 2. Рассчитать коэффициент затенения солнечного коллектора, если расстояние между рядами установки 3 м, длина рядов 6 м, угол наклона 35°. 3. Рассчитать КПД солнечного коллектора, если коэффициент внутренней конверсии 0,81; интенсивность излучения 800 Вт/м^2; разность температур между коллектором и окружающей средой 30°C. 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.
ПК-1.3	Выполняет поручения по организации научных конференций, конкурсов проектных и исследовательских работ обучающихся	Вопросы для подготовки к экзамену. 1. Участие электросетевых компаний в деятельности ОРЭМ и РРЭ. 2. Способы определения технологических потерь мощности и электроэнергии в сетевых организациях. 3. Использование счетчиков потерь. 4. Балансы мощности и электроэнергии электростанции, подстанции, участка электрических сетей. Допустимые небалансы и методики расчета. 5. Балансирование потерь в одном сетевом элементе для различных случаев расположения точки поставки электроэнергии относительно точек учета электроэнергии. 6. Экономическая эффективность утилизации вторичных энергоресурсов в условиях металлургического производства. 7. Метод расчета рентабельности при использовании ВИЭ без учета прибыли на инвестированный капитал.

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

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.