



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. Храмшин

04.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ***

Направление подготовки (специальность)  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Интеллектуальные системы электроснабжения

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

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

Магнитогорск  
2025 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  
30.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
04.02.2025, протокол № 3

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ЭПП, канд. техн. наук  А.В. Варганова

Рецензент:

зам. начальника ЭТО

АО «МАГНИТОГОРСКИЙ ГИПРОМЕЗ»

 А.Ю. Литвинов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 – 2028 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Варганова

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

научно-техническая подготовка студента-магистранта в области технико-экономических расчетов в электроэнергетических системах и электрических сетях.

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

Дисциплина Техничко-экономические расчеты в электроэнергетике входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Инновационное предпринимательство

Анализ и управление электропотреблением

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

Программное обеспечение систем электроснабжения

Специальные вопросы электроснабжения

Системы автоматизированного проектирования в электроэнергетике

Ителлектуальные системы электроснабжения

Производственная - научно-исследовательская работа

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Техничко-экономические расчеты в электроэнергетике» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен разрабатывать отдельные разделы проектов, осуществлять их технико-экономическое обоснование, применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений
ПК-4.1	Определяет характеристики объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
ПК-4.2	Осуществляет сбор информации по существующим и выбор оптимальных технических решений на различных стадиях проекта систем электроснабжения объекта капитального строительства
ПК-4.3	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем электроснабжения объекта капитального строительства

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

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

- контактная работа – 69,4 акад. часов;
- аудиторная – 64 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 38,6 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 0 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовой проект

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. Раздел 1								
1.1 Выбор и проверка основного оборудования и расчет параметров установившихся режимов электрических сетей	1	4		4	4	Решение задач 1, 2, 3	Текущий контроль успеваемости Устный опрос Решение задач АКР-1	ПК-4.3
Итого по разделу		4		4	4			
2. Раздел 2								
2.1 Укрупненные стоимостные показатели объектов электрических сетей	1	8		8	4	Решение задач 4,5	Текущий контроль успеваемости Устный опрос Решение задач АКР-1	ПК-4.1
Итого по разделу		8		8	4			
3. Раздел 3								
3.1 Техничко-экономические расчеты при проектировании электрических сетей	1	8		8	4	Решение задачи 6	Текущий контроль успеваемости Устный опрос АКР-1	ПК-4.2
Итого по разделу		8		8	4			
4. Раздел 4								
4.1 Учет фактора надежности при проектировании объектов электроэнергетики	1	6		6	4	Решение задач 7,8	Текущий контроль успеваемости Устный опрос Решение задач АКР-1	ПК-4.2
Итого по разделу		6		6	4			
5. Раздел 5								

5.1 Определение затрат на демонтаж оборудования, конструкций и линий электропередачи	1	6		6	4	Решение задач 9,10	Текущий контроль успеваемости Устный опрос Решение задач АКР-1	ПК-4.1
Итого по разделу		6		6	4			
6. Подготовка к промежуточной аттестации								
6.1 Подготовка к экзамену	1					Подготовка вопросов к экзамену по дисциплине	экзамен	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6.2 Курсовой проект					18,6	Подготовка курсового проекта	Защита курсового проекта	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу					18,6			
Итого за семестр		32		32	38,6		Экзамен, курсовой проект	
Итого по дисциплине		32		32	38,6		Экзамен, курсовой проект	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятиях используются работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и 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. Варганова А. В. Технико-экономические расчеты в электроэнергетике : учебное пособие / А. В. Варганова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/559>. - Текст : электронный.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Меликов, А. В. Теория надежности элементов электротехнических комплексов и систем электроснабжения : учебное пособие / А. В. Меликов. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-4479-0193-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087875> (дата обращения: 04.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Тремясов, В.А. Теория надежности в энергетике. Надежность систем генерации, использующих ветровую и солнечную энергию : учеб. пособие / В.А. Тремясов, Т.В. Кривенко. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. - 164 с. - ISBN 978-5-7638-3749-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1031885> (дата обращения: 04.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Конструкции комплектных распределительных устройств КРУ и КСО : справ. пособие / [сост. : В. А. Игуменцев, А. В. Малафеев, Е. А. Панова, А. В. Хламова] ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 85 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3442>. - Текст : непосредственный.

4. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика»  
<https://www.powervestniksusu.ru/index.php/PVS>

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

**в) Методические указания:**

1. Кочкина, А.В. Методика расчета стоимости строительства воздушных линий электропередачи [Текст]: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике» для студентов направления подготовки 140400.68 Электроэнергетика и электротехника, профиль Менеджмент в электроэнергетике / А.В. Кочкина. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 14 с.

2. Кочкина, А.В. Методика расчета стоимости строительства подстанции [Текст]: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике» для студентов направления подготовки 140400.68 Электроэнергетика и электротехника, профиль Менеджмент в электроэнергетике / А.В. Кочкина. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 14 с.

3. Варганова, А.В. Учет фактора надежности при технико-экономическом сравнении вариантов: методические указания к курсовой работе по дисциплине «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике» для студентов направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Менеджмент в электроэнергетике». – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – 15 с.

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

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	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>

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- персональные компьютеры с ПО, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
- комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с ПО, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

#### 1. Задачи 1-3 к теме 1 «Выбор и проверка основного оборудования и расчет параметров установившихся режимов электрических сетей»

##### 1 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=110$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=10$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=100$  МВт,  $\cos\varphi=0,7$ , а потребители III категории составляют 20% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

##### 2 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=220$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=6$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=120$  МВт,  $\cos\varphi=0,85$ , а потребители III категории составляют 50% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

##### 3 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=35$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=10$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=80$  МВт,  $\cos\varphi=0,92$ , а потребители III категории составляют 5% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

##### 4 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=220$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=6$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=55$  МВт,  $\cos\varphi=0,87$ , а потребители III категории составляют 42% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

##### 5 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=220$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=10$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=90$  МВт,  $\cos\varphi=0,97$ , а потребители III категории составляют 50% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

##### 6 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=110$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=6$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=88$  МВт,  $\cos\varphi=0,76$ , а потребители III категории составляют 30% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

##### 7 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=110$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=10$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=50$  МВт,  $\cos\varphi=0,9$ , а потребители III категории составляют 10% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

### 8 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=35$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=6$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=78$  МВт,  $\cos\varphi=0,73$ , а потребители III категории составляют 40% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

### 9 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=110$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=6$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=60$  МВт,  $\cos\varphi=0,77$ , а потребители III категории составляют 5% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

### 10 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=220$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=10$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=150$  МВт,  $\cos\varphi=0,89$ , а потребители III категории составляют 10% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

### 11 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=220$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=6$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=150$  МВт,  $\cos\varphi=0,71$ , а потребители III категории составляют 50% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

### 12 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=110$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=10$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=120$  МВт,  $\cos\varphi=0,78$ , а потребители III категории составляют 28% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

### 13 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=35$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=10$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=33$  МВт,  $\cos\varphi=0,67$ , а потребители III категории составляют 3% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

### 14 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=220$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=10$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=132$  МВт,  $\cos\varphi=0,87$ , а потребители III категории составляют 32% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

### 15 вариант

Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если  $U_{\text{номвн}}=110$  кВ,  $U_{\text{номнн}}=6$  кВ,  $P_{\text{нагр}}=96$  МВт,  $\cos\varphi=0,84$ , а потребители III категории составляют 30% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.

**2. Условия к задаче 4 по теме 2 «Укрупненные стоимостные показатели объектов электрических сетей»**

**Вариант 1**

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 110 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

### **1. Общая характеристика района прохождения ВЛ**

1.1. Месторасположение ВЛ	Поволжье
1.2. Длина ВЛ	80 км.
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	25 км.
1.4. Рельеф местности	Равнинный
1.5. Обустройство лежневых дорог	10 км
1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли	сельхозугодий

### **2. Технические показатели ВЛ**

2.1. Количество цепей	2
2.2. Характеристика опор	Одностоечная
2.3. Материал опор	Железобетон
2.4. Марка и сечение проводника	АС-240/32
2.5. Нормативный скоростной напор ветра	750
2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 110 кВ при количестве присоединений до двух	
2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ	

### **Вариант 2**

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 110 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

### **1. Общая характеристика района прохождения ВЛ**

1.1. Месторасположение ВЛ	Урал
1.2. Длина ВЛ	100 км.
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	15 км.
1.4. Рельеф местности	Равнинный
1.5. Обустройство лежневых дорог	17 км
1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли	сельхозугодий

### **2. Технические показатели ВЛ**

2.1. Количество цепей	2
2.2. Характеристика опор	Одностоечная
2.3. Материал опор	Сталь
2.4. Марка и сечение проводника	АС-185/29
2.5. Нормативный скоростной напор ветра	400
2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 110 кВ при количестве присоединений до двух	
2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ	

### **Вариант 3**

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 220 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

### **1. Общая характеристика района прохождения ВЛ**

1.1. Месторасположение ВЛ	Северный Кавказ
1.2. Длина ВЛ	150 км.
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	5 км.
1.4. Рельеф местности	Равнинный
1.5. Обустройство лежневых дорог	7 км
1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли	сельхозугодий

## 2. Технические показатели ВЛ

- |                                                                                                                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 2.1. Количество цепей                                                                                              | 1               |
| 2.2. Характеристика опор                                                                                           | Свободностоящая |
| 2.3. Материал опор                                                                                                 | Сталь           |
| 2.4. Марка и сечение проводника                                                                                    | АС-400/51       |
| 2.5. Нормативный скоростной напор ветра                                                                            | 650             |
| 2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 220 кВ при количестве присоединений до двух                   |                 |
| 2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ |                 |

### Вариант 4

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 220 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

#### 1. Общая характеристика района прохождения ВЛ

- |                                           |                       |
|-------------------------------------------|-----------------------|
| 1.1. Месторасположение ВЛ                 | Северо-Западный район |
| 1.2. Длина ВЛ                             | 70 км.                |
| 1.3. Залесенность трассы (от общей длины) | 25 км.                |
| 1.4. Рельеф местности                     | Равнинный             |
| 1.5. Обустройство лежневых дорог          | 20 км                 |
| 1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли         | сельхозугодий         |

#### 2. Технические показатели ВЛ

- |                                                                                                                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 2.1. Количество цепей                                                                                              | 1               |
| 2.2. Характеристика опор                                                                                           | Свободностоящая |
| 2.3. Материал опор                                                                                                 | Железобетон     |
| 2.4. Марка и сечение проводника                                                                                    | АС-300/39       |
| 2.5. Нормативный скоростной напор ветра                                                                            | 400             |
| 2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 220 кВ при количестве присоединений до двух                   |                 |
| 2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ |                 |

### Вариант 5

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 110 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

#### 1. Общая характеристика района прохождения ВЛ

- |                                           |                |
|-------------------------------------------|----------------|
| 1.1. Месторасположение ВЛ                 | Дальний Восток |
| 1.2. Длина ВЛ                             | 120 км.        |
| 1.3. Залесенность трассы (от общей длины) | 35 км.         |
| 1.4. Рельеф местности                     | Равнинный      |
| 1.5. Обустройство лежневых дорог          | 30 км          |
| 1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли         | сельхозугодий  |

#### 2. Технические показатели ВЛ

- |                                                                                                  |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2.1. Количество цепей                                                                            | 1            |
| 2.2. Характеристика опор                                                                         | Одностоечная |
| 2.3. Материал опор                                                                               | Сталь        |
| 2.4. Марка и сечение проводника                                                                  | АС-240/32    |
| 2.5. Нормативный скоростной напор ветра                                                          | 700          |
| 2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 110 кВ при количестве присоединений до двух |              |
| 2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту                           |              |

элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ

### **Вариант 6**

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 110 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

#### **1. Общая характеристика района прохождения ВЛ**

1.1. Месторасположение ВЛ	Восточная Сибирь
1.2. Длина ВЛ	100 км.
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	55 км.
1.4. Рельеф местности	Равнинный
1.5. Обустройство лежневых дорог	10 км
1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли	сельхозугодий

#### **2. Технические показатели ВЛ**

2.1. Количество цепей	2
2.2. Характеристика опор	Одностоечная
2.3. Материал опор	Железобетонная
2.4. Марка и сечение проводника	АС-185/29
2.5. Нормативный скоростной напор ветра	450
2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 110 кВ при количестве присоединений до двух	
2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ	

### Вариант 7

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 220 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

#### 1. Общая характеристика района прохождения ВЛ

1.1. Месторасположение ВЛ	Западная Сибирь
1.2. Длина ВЛ	180 км.
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	50 км.
1.4. Рельеф местности	Равнинный
1.5. Обустройство лежневых дорог	15 км
1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли	сельхозугодий

#### 2. Технические показатели ВЛ

2.1. Количество цепей	1
2.2. Характеристика опор	Свободностоящая
2.3. Материал опор	Сталь
2.4. Марка и сечение проводника	АС-400/51
2.5. Нормативный скоростной напор ветра	450
2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 220 кВ при количестве присоединений до двух	
2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ	

### Вариант 8

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 220 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

#### 1. Общая характеристика района прохождения ВЛ

1.1. Месторасположение ВЛ	Поволжье
1.2. Длина ВЛ	100 км.
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	13 км.
1.4. Рельеф местности	Равнинный
1.5. Обустройство лежневых дорог	20 км
1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли	сельхозугодий

#### 2. Технические показатели ВЛ

2.1. Количество цепей	2
2.2. Характеристика опор	Свободностоящая
2.3. Материал опор	Железобетон
2.4. Марка и сечение проводника	АС-300/39
2.5. Нормативный скоростной напор ветра	750
2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 220 кВ при количестве присоединений до двух	
2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ	

### Вариант 9

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 110 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

#### 1. Общая характеристика района прохождения ВЛ

1.1. Месторасположение ВЛ	Урал
1.2. Длина ВЛ	50 км.
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	15 км.
1.4. Рельеф местности	Равнинный
1.5. Обустройство лежневых дорог	5 км

- 1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли сельхозугодий

### **2. Технические показатели ВЛ**

- 2.1. Количество цепей 2  
2.2. Характеристика опор Одностоечная  
2.3. Материал опор Железобетонная  
2.4. Марка и сечение проводника АС-240/32  
2.5. Нормативный скоростной напор ветра 400  
2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 110 кВ при количестве присоединений до двух  
2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ

### **Вариант 10**

Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 220 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.

#### **1. Общая характеристика района прохождения ВЛ**

- 1.1. Месторасположение ВЛ Европейская часть России  
1.2. Длина ВЛ 19 км.  
1.3. Залесенность трассы (от общей длины) 7 км.  
1.4. Рельеф местности Равнинный  
1.5. Обустройство лежневых дорог 5 км  
1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли сельхозугодий

#### **2. Технические показатели ВЛ**

- 2.1. Количество цепей 1  
2.2. Характеристика опор Свободностоящая  
2.3. Материал опор Сталь  
2.4. Марка и сечение проводника АС-240/32  
2.5. Нормативный скоростной напор ветра 500  
2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 220 кВ при количестве присоединений до двух  
2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ

### **3. Условия к задаче 5 по теме 2 «Укрупненные стоимостные показатели объектов электрических сетей»**

#### **Вариант 1**

Рассчитать стоимость сооружения подстанции 110 кВ, если:

#### **1. Общая характеристика района размещения подстанции**

- 1.1. Месторасположение ПС Урал  
1.2. Рельеф площадки ПС Равнинный  
1.3. Грунты Суглинки

#### **2. Технические показатели ПС**

- 2.1. Мощность трансформаторов 40 МВА  
2.2. Тип и количество трансформаторов 2×ТРДН-40000/110  
2.3. Главные схемы электрических соединений Одинарная секционированная  
2.4. Количество присоединений на стороне ВН 6  
2.5. ЗРУ-10 кВ - 4-х секционное, рассчитанное на установку 52 ячеек вакуумных выключателей  
2.6. Количество отходящих линий - 4 ВЛ  
2.7. ПА принята при количестве присоединений 110 кВ более двух

### Вариант 2

Рассчитать стоимость сооружения подстанции 220 кВ, если:

#### 1. Общая характеристика района размещения подстанции

- |                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 1.1. Месторасположение ПС | Поволжье  |
| 1.2. Рельеф площадки ПС   | Равнинный |
| 1.3. Грунты               | Суглинки  |

#### 2. Технические показатели ПС

- |                                                                                            |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 2.1. Мощность трансформаторов                                                              | 63 МВА            |
| 2.2. Тип и количество трансформаторов                                                      | 2×ТРДЦН-63000/220 |
| 2.3. Главные схемы электрических соединений                                                | Две рабочие с.ш.  |
| 2.4. Количество присоединений на стороне ВН                                                | 8                 |
| 2.5. ЗРУ-10 кВ - 4-х секционное, рассчитанное на установку 38 ячеек вакуумных выключателей |                   |
| 2.6. Количество отходящих линий - 6 ВЛ                                                     |                   |
| 2.7. ПА принята при количестве присоединений 220 кВ более двух                             |                   |

### Вариант 3

Рассчитать стоимость сооружения подстанции 330 кВ, если:

#### 1. Общая характеристика района размещения подстанции

- |                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| 1.1. Месторасположение ПС | Западная Сибирь |
| 1.2. Рельеф площадки ПС   | Равнинный       |
| 1.3. Грунты               | Суглинки        |

#### 2. Технические показатели ПС

- |                                                                                            |                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 2.1. Мощность трансформаторов                                                              | 125 МВА                                                              |
| 2.2. Тип и количество трансформаторов                                                      | 2×АТДЦТН-125000/330/110                                              |
| 2.3. Главные схемы электрических соединений                                                | 330 кВ - две рабочие с.ш.<br>110 кВ - две рабочие с<br>обходной с.ш. |
| 2.4. Количество присоединений на стороне ВН                                                | 330 кВ - 6<br>110 кВ - 10                                            |
| 2.5. ЗРУ-10 кВ - 4-х секционное, рассчитанное на установку 46 ячеек вакуумных выключателей |                                                                      |
| 2.6. Количество отходящих линий - 330 кВ - 4; 110 кВ - 8                                   |                                                                      |
| 2.7. ПА принята при количестве присоединений 330 кВ более двух                             |                                                                      |

### Вариант 4

Рассчитать стоимость сооружения подстанции 110 кВ, если:

#### 1. Общая характеристика района размещения подстанции

- |                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| 1.1. Месторасположение ПС | Восточная Сибирь |
| 1.2. Рельеф площадки ПС   | Равнинный        |
| 1.3. Грунты               | Суглинки         |

#### 2. Технические показатели ПС

- |                                                                                            |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 2.1. Мощность трансформаторов                                                              | 63 МВА           |
| 2.2. Тип и количество трансформаторов                                                      | 2×ТРДН-63000/110 |
| 2.3. Главные схемы электрических соединений                                                | Шестиугольник    |
| 2.4. Количество присоединений на стороне ВН                                                | 6                |
| 2.5. ЗРУ-10 кВ - 4-х секционное, рассчитанное на установку 30 ячеек вакуумных выключателей |                  |
| 2.6. Количество отходящих линий - 4 ВЛ                                                     |                  |
| 2.7. ПА принята при количестве присоединений 110 кВ более двух                             |                  |

### Вариант 5

Рассчитать стоимость сооружения подстанции 220 кВ, если:

#### 1. Общая характеристика района размещения подстанции

- |                           |                |
|---------------------------|----------------|
| 1.1. Месторасположение ПС | Дальний Восток |
| 1.2. Рельеф площадки ПС   | Равнинный      |
| 1.3. Грунты               | Суглинки       |

#### 2. Технические показатели ПС

- |                                                                                            |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 2.1. Мощность трансформаторов                                                              | 100 МВА                     |
| 2.2. Тип и количество трансформаторов                                                      | 2×ТРДЦН-100000/220          |
| 2.3. Главные схемы электрических соединений                                                | Две рабочие с.ш. с обходной |
| 2.4. Количество присоединений на стороне ВН                                                | 10                          |
| 2.5. ЗРУ-10 кВ - 4-х секционное, рассчитанное на установку 38 ячеек вакуумных выключателей |                             |
| 2.6. Количество отходящих линий - 8 ВЛ                                                     |                             |
| 2.7. ПА принята при количестве присоединений 220 кВ более двух                             |                             |

### Вариант 6

Рассчитать стоимость сооружения подстанции 330 кВ, если:

#### 1. Общая характеристика района размещения подстанции

- |                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 1.1. Месторасположение ПС | Урал      |
| 1.2. Рельеф площадки ПС   | Равнинный |
| 1.3. Грунты               | Суглинки  |

#### 2. Технические показатели ПС

- |                                                                                            |                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 2.1. Мощность трансформаторов                                                              | 200 МВА                                                           |
| 2.2. Тип и количество трансформаторов                                                      | 2×ТРДЦН-200000/330/110                                            |
| 2.3. Главные схемы электрических соединений                                                | 330 кВ - две рабочие с.ш.<br>110 кВ - две рабочие с обходной с.ш. |
| 2.4. Количество присоединений на стороне ВН                                                | 330 кВ - 8<br>110 кВ - 12                                         |
| 2.5. ЗРУ-10 кВ - 4-х секционное, рассчитанное на установку 64 ячеек вакуумных выключателей |                                                                   |
| 2.6. Количество отходящих линий - 330 кВ - 6; 110 кВ - 10                                  |                                                                   |
| 2.7. ПА принята при количестве присоединений 330 кВ более двух                             |                                                                   |

#### 4. Условия к задаче 6 по теме 3 «Технико-экономические расчеты при проектировании электрических сетей»

На основании данных полученных при расчете задачи 4 и 5, необходимо определить приведенные затраты на строительство линий электропередачи и понизительной подстанции.

#### 5. Условия к задаче 7 по теме 4 «Учет фактора надежности при проектировании объектов электроэнергетики»

Для повышения надежности электроснабжения потребителей на ТП 10/0,4 кВ выполнена установка резервного трансформатора и ячейки выключателя. Мощность эксплуатируемого и устанавливаемого трансформатора одинакова и равна 320 кВА. Мощность каждого из трансформаторов достаточна для обеспечения максимальной нагрузки потребителей. Определить вероятность безотказной работы ТП в течение года до и после реконструкции, считая устройство автоматического включения резерва абсолютно надежным. Справочные данные по показателям надежности Вы сможете найти в методических указания для студентов, приложенных к данной теме.

**6. Условия к задаче 8 по теме 4 «Учет фактора надежности при проектировании объектов электроэнергетики»**

Для электроснабжения птицефабрики использовалась воздушная линия 10 кВ на железобетонных опорах протяженностью 10 км и ТП мощностью 630 кВА. С целью повышения надежности электроснабжения дополнительно построена резервная ВЛ 10 кВ от другой ТП напряжением 35/10 кВ такой же протяженности, что и существующая. Определить годовой ущерб от аварийных перерывов электроснабжения до и после модернизации. Справочные данные по показателям надежности Вы сможете найти в методических указаниях для студентов, приложенных к данной теме.

**7. Условия к задаче 9 и 10 по теме 5 «Определение затрат на демонтаж оборудования, конструкций и линий электропередачи»**

В соответствии с заданиями, приведенными в данной теме по вариантам, согласованным с преподавателем, необходимо определить стоимость затрат на демонтаж воздушной линии электропередачи и заданной подстанции

Условия задач приведены к задачам 4 и 5.

**8. Задание на курсовой проект**

Тема курсового проекта **«Выбор экономически обоснованного варианта проектируемой электрической сети»**

Пример задания



**Пример задания на курсовой проект**  
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»

К \_\_\_\_\_  
электроснабжения промышленных предприятий

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (ВАРИАНТ № 20)**

по \_\_\_\_\_  
«Технико-экономические расчёты в электроэнергетике»

ст  
в

гр.

(группа)

(Ф.И.О.)

**Выбор экономически обоснованного варианта проектируемой  
сети**

Содержание работы:

1. Выбрать два независимых источника питания, при условии, что потребитель  
получает

от них одинаковую мощность.

2. Выбрать сечение и число проводников от источника до подстанции.

3. Оценить величину ущерба от перерыва электроснабжения.

4. Рассчитать капитальные вложения в сооружение питающих линий и подстанции.

5. Определить приведенные затраты.

6. Рассчитать срок окупаемости проекта.

7. Определить оптимальную схему электрической сети.

**Исходные данные:**

**1. Общая характеристика района размещения подстанции и ЛЭП**

1.1. Месторасположение ПС и ВЛ	Поволжье
1.2. Рельеф местности	Равнинный
1.3. Грунты территории ПС	Суглинки
1.4. Номинальное напряжение, кВ	110

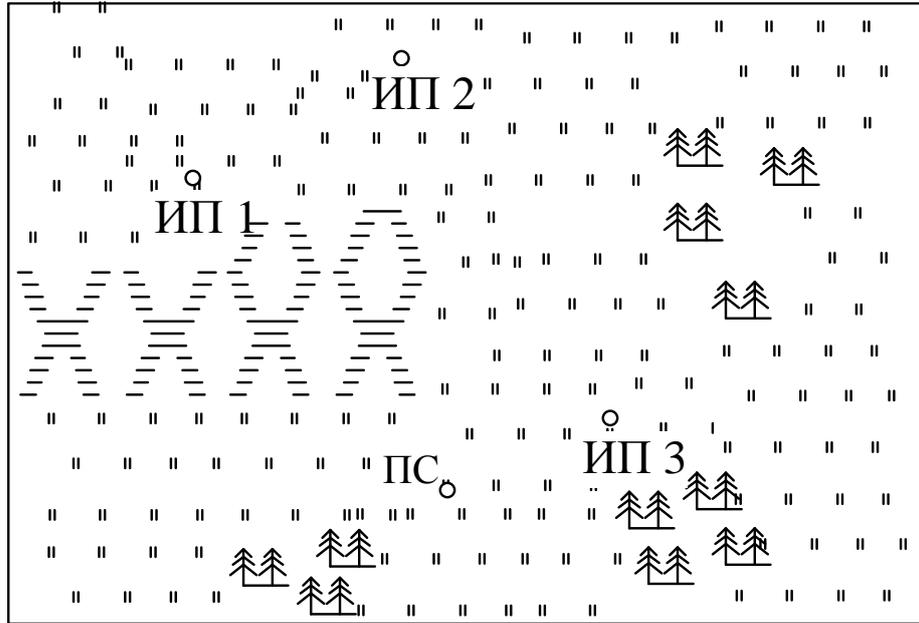
**2. Технические показатели ВЛ**

2.1. Длина ВЛ	См. топографическую съёмку местности.
2.2. Характеристика опор	Одностоечная
2.3. Материал опор	Железобетон
2.4. Марка проводника	АС
2.5. Нормативный скоростной напор ветра	400

**3. Технические показатели ПС**

3.1. Мощность нагрузки, МВА	22
3.2. Мощность транзита, МВА	30
3.3. Тип и количество трансформаторов	2×ТДН-16000/110
3.4. Главные схемы электрических соединений	Одинарная секционированная
3.5. Количество присоединений на стороне ВН	8
3.6. ЗРУ-10 кВ - 2-х секционное, рассчитанное на установку 40 ячеек вакуумных выключателей	
3.7. Количество транзитных линий - 4 ВЛ	
3.8. ПА принята при количестве присоединений 110 кВ более двух	

*оборотная сторона*  
**Топографическая карта местности**



**Масштаб:** 1:20 км

**Условные обозначения:**

Наименование	Лесистая местность	Равнина	Болотистая местность	Гористая местность
Условное обозначение				

Срок выполнения: «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Задание \_\_\_\_\_ /

выдал: \_\_\_\_\_ /

(подпись, дата) (Ф.И.О)

Задание \_\_\_\_\_ /

получил: \_\_\_\_\_ /

(подпись, дата) (Ф.И.О)

**9. Перечень контрольных вопросов для подготовки к зачету по дисциплине «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике»:**

1. В чем заключается методика приведенных затрат?
2. Приведите понятие «условие сопоставимости вариантов».
3. Раскройте методику рентабельности капиталовложений.
4. Раскройте методику рентабельности производства.
5. Как определить ущерб от замораживания капиталовложений?
6. Каков порядок расчета изменения во времени приведённых затрат?
7. Основные положения методики определения эффективности электросетевых объектов.
8. Особенности расчета амортизационных отчислений.
9. Расчет приведенных дисконтированных затрат.
10. Определение капитальных вложений.
11. Определение эксплуатационных издержек.
12. Социальная норма дисконта.
13. Назначение укрупненных стоимостных показателей электрических сетей.
14. Укрупненные стоимостные показатели воздушных линий электропередачи.
15. Укрупненные стоимостные показатели кабельных линий электропередачи.
16. Укрупненные стоимостные показатели трансформаторов.
17. Укрупненные стоимостные показатели подстанций.
18. Укрупненные стоимостные показатели распределительных устройств.
19. Укрупненные стоимостные показатели компенсирующих и регулирующих устройств.
20. Определение постоянной части затрат.
21. Затраты на демонтаж оборудования, конструкций и линий электропередачи.
22. Методика расчета стоимости сооружения линий электропередачи.
23. Методика расчета стоимости сооружения подстанций.
24. Какие характеристик электростанций необходимо учитывать при проектировании?
25. Объясните почему необходимо учитывать фактор надежности при проектировании объектов электроэнергетики.
26. Перечислите основные критерии надежности электроснабжения.
27. Что называется работоспособным и неработоспособным состоянием системы?
28. Перечислите основные показатели надежности элементов системы электроснабжения.
29. Опишите методику расчета показателей надежности систем электроснабжения электроэнергетических систем.
30. Приведите методику расчета ущерба от перерыва электроснабжения.
31. Приведите методику расчета ущерба от нарушения качества электроэнергии.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства								
ПК-4: Способен разрабатывать отдельные разделы проектов, осуществлять их технико-экономическое обоснование, применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений										
ПК-4.1	Определяет характеристики объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	<p><i>1. Вопросы к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика расчета стоимости сооружения линий электропередачи.</li> <li>2. Методика расчета стоимости сооружения подстанций.</li> <li>3. Объясните почему необходимо учитывать фактор надежности при проектировании объектов электроэнергетики.</li> <li>4. Назначение укрупненных стоимостных показателей электрических сетей.</li> <li>5. Укрупненные стоимостные показатели воздушных линий электропередачи.</li> <li>6. Укрупненные стоимостные показатели кабельных линий электропередачи.</li> <li>7. Укрупненные стоимостные показатели трансформаторов.</li> <li>8. Укрупненные стоимостные показатели подстанций.</li> <li>9. Укрупненные стоимостные показатели распределительных устройств.</li> <li>10. Укрупненные стоимостные показатели компенсирующих и регулирующих устройств.</li> <li>11. Определение постоянной части затрат.</li> <li>12. Затраты на демонтаж оборудования, конструкций и линий электропередачи.</li> <li>13. Какие характеристик электростанций необходимо учитывать при проектировании?</li> </ol> <p><i>2. Самостоятельное решение задач</i> <i>Задач 4</i></p> <p>Рассчитать стоимость строительства линий электропередачи, если ВЛ 220 кВ предназначена для усиления внешнего электроснабжения энергоузла и прокладывается между ГЭС и ПС энергоузла.</p> <p style="text-align: center;"><b>1. Общая характеристика района прохождения ВЛ</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 70%;">1.1. Месторасположение ВЛ</td> <td>Северный Кавказ</td> </tr> <tr> <td>1.2. Длина ВЛ</td> <td>150 км.</td> </tr> <tr> <td>1.3. Залесенность трассы (от общей длины)</td> <td>5 км.</td> </tr> <tr> <td>1 Рельеф</td> <td>Равнинный</td> </tr> </table>	1.1. Месторасположение ВЛ	Северный Кавказ	1.2. Длина ВЛ	150 км.	1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	5 км.	1 Рельеф	Равнинный
1.1. Месторасположение ВЛ	Северный Кавказ									
1.2. Длина ВЛ	150 км.									
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	5 км.									
1 Рельеф	Равнинный									

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>4. естности</p> <p>1.5. Обустройство лежневых дорог 7 км</p> <p>1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли сельхозугодий</p> <p style="text-align: center;"><b>2. Технические показатели ВЛ</b></p> <p>2.1. Количество цепей 1</p> <p>2.2. Характеристика опор Свободностоящая</p> <p>2.3. Материал опор Сталь</p> <p>2.4. Марка и сечение прова АС-400/51 ника</p> <p>2.5. Нормативный скоростной напор ветра 650</p> <p>2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 220 кВ при количестве присоединений до двух</p> <p>2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ</p> <p><i>Задача 5</i> Рассчитать стоимость сооружения подстанции 220 кВ, если:</p> <p style="text-align: center;"><b>1. Общая характеристика района размещения подстанции</b></p> <p>1.1. Месторасположение ПС Поволжье</p> <p>1.2. Рельеф площадки ПС Равнинный</p> <p>1.3. Грунты Суглинки</p> <p style="text-align: center;"><b>2. Технические показатели ПС</b></p> <p>2.1. Мощность трансформаторов 63 МВА</p> <p>2.2. Тип и количество трансформаторов 2×ТРДЦН-63000/220</p> <p>2.3. Главные схемы электрических соединений Две рабочие с.ш.</p> <p>2.4. Количество присоединений на стороне ВН 8</p> <p>2.5. ЗРУ-10 кВ - 4-х секционное, рассчитанное на установку 38 ячеек вакуумных выключателей</p> <p>2.6. Количество отходящих линий - 6 ВЛ</p> <p>2.7. ПА принята при количестве присоединений 220 кВ более двух</p> <p><i>Задача 9</i></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства																																								
		<p>Рассчитать стоимость демонтажа линий электропередачи.</p> <p style="text-align: center;"><b>1. Общая характеристика района прохождения ВЛ</b></p> <table border="0"> <tr> <td>1.1. Месторасположение ВЛ</td> <td>Поволжье</td> </tr> <tr> <td>1.2. Длина ВЛ</td> <td>80 км.</td> </tr> <tr> <td>1.3. Залесенность трассы (от общей длины)</td> <td>25 км.</td> </tr> <tr> <td>1.4. Рельеф местности</td> <td>Равнинный</td> </tr> <tr> <td>1.5. Обустройство лежневых дорог</td> <td>10 км</td> </tr> <tr> <td>1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли</td> <td>сельхозугодий</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>2. Технические показатели ВЛ</b></p> <table border="0"> <tr> <td>2.1. Количество цепей</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2.2. Характеристика опор</td> <td>Одностоечная</td> </tr> <tr> <td>2.3. Материал опор</td> <td>Железобетон</td> </tr> <tr> <td>2.4. Марка и сечение проводника</td> <td>АС-240/32</td> </tr> <tr> <td>2.5. Нормативный скоростной напор ветра</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 110 кВ при количестве присоединений до двух</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ</td> <td></td> </tr> </table> <p><i>Задача 10</i></p> <p>Рассчитать стоимость демонтажа подстанции 110 кВ, если:</p> <p style="text-align: center;"><b>1. Общая характеристика района размещения подстанции</b></p> <table border="0"> <tr> <td>1.1. Месторасположение ПС</td> <td>Урал</td> </tr> <tr> <td>1.2. Рельеф площадки ПС</td> <td>Равнинный</td> </tr> <tr> <td>1.3. Грунты</td> <td>Суглинки</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>2. Технические показатели ПС</b></p> <table border="0"> <tr> <td>2.1. Мощность трансформаторов</td> <td>40 МВА</td> </tr> <tr> <td>2.2. Тип и количество трансформаторов</td> <td>2×ТРДН-40000/110</td> </tr> <tr> <td>2.3. Главные схемы электрических соединений</td> <td>Одинарная секционированная</td> </tr> <tr> <td>2.4. Количество присоединений на стороне ВН</td> <td>6</td> </tr> </table>	1.1. Месторасположение ВЛ	Поволжье	1.2. Длина ВЛ	80 км.	1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	25 км.	1.4. Рельеф местности	Равнинный	1.5. Обустройство лежневых дорог	10 км	1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли	сельхозугодий	2.1. Количество цепей	2	2.2. Характеристика опор	Одностоечная	2.3. Материал опор	Железобетон	2.4. Марка и сечение проводника	АС-240/32	2.5. Нормативный скоростной напор ветра	750	2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 110 кВ при количестве присоединений до двух		2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ		1.1. Месторасположение ПС	Урал	1.2. Рельеф площадки ПС	Равнинный	1.3. Грунты	Суглинки	2.1. Мощность трансформаторов	40 МВА	2.2. Тип и количество трансформаторов	2×ТРДН-40000/110	2.3. Главные схемы электрических соединений	Одинарная секционированная	2.4. Количество присоединений на стороне ВН	6
1.1. Месторасположение ВЛ	Поволжье																																									
1.2. Длина ВЛ	80 км.																																									
1.3. Залесенность трассы (от общей длины)	25 км.																																									
1.4. Рельеф местности	Равнинный																																									
1.5. Обустройство лежневых дорог	10 км																																									
1.6. Под опоры ВЛ изымаются земли	сельхозугодий																																									
2.1. Количество цепей	2																																									
2.2. Характеристика опор	Одностоечная																																									
2.3. Материал опор	Железобетон																																									
2.4. Марка и сечение проводника	АС-240/32																																									
2.5. Нормативный скоростной напор ветра	750																																									
2.6. Противоаварийная автоматика принята для ПС с ВН 110 кВ при количестве присоединений до двух																																										
2.7. Концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту элегазовых выключателей с каждой стороны ВЛ																																										
1.1. Месторасположение ПС	Урал																																									
1.2. Рельеф площадки ПС	Равнинный																																									
1.3. Грунты	Суглинки																																									
2.1. Мощность трансформаторов	40 МВА																																									
2.2. Тип и количество трансформаторов	2×ТРДН-40000/110																																									
2.3. Главные схемы электрических соединений	Одинарная секционированная																																									
2.4. Количество присоединений на стороне ВН	6																																									

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>2.5. ЗРУ-10 кВ - 4-х секционное, рассчитанное на установку 52 ячеек вакуумных выключателей</p> <p>2.6. Количество отходящих линий - 4 ВЛ</p> <p>2.7. ПА принята при количествах присоединений 110 кВ более двух</p> <p><i>3. Контрольный тест</i></p> <p>Соотнесите величину (в %) затрат производственного назначения с видом затрат:  2,5-3,0% - временные здания и сооружения;  5,0-6,0% - прочие работы и затраты;  1,5-2,0% - содержание службы заказчика-застройщика, строительный контроль;  10,0-11,0% - проектно-изыскательские работы и авторский надзор.</p> <p>Стоимость капитальных затрат на сооружение (в ценах 2000 г.) 10 км воздушной линии электропередачи напряжением 220 кВ, с использованием проводника марки АС-300 на железобетонных свободностоящих опорах составляет (млн. руб.)  11,2 млн. руб.  5 млн. руб.  10 млн. руб.  15,6 млн. руб.</p> <p>Определить потери активной мощности в двухцепной воздушной линии электропередачи напряжением 220 кВ, если <math>S_{нагр} = 100</math> МВт, <math>r_0 = 0,12</math> Ом/км, <math>x_0 = 0,435</math> Ом/км, а длина линии составляет 52 км.  0,64  1,29  2,33  4,77</p> <p>Если годовое потребление электроэнергии предприятием составляет 1752000 МВт·ч, а величина максимального потребления по годовому графику нагрузки составляет 250 МВт, то время использования максимальной нагрузки  <math>T_{нб} = 8760</math> ч  <math>T_{нб} = 7008</math> ч</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p> <math>T_{нб} = 5800</math> ч  <math>T_{нб} = 6700</math> ч </p> <p>Укажите схему замещения воздушной линии электропередачи напряжением 35 кВ</p> <p> <math>U_1 \phi</math> — <math>X</math> — <math>\phi U_2</math>  <math>B/2</math> — <math>B/2</math> </p> <p> <math>U_1 \phi</math> — <math>X</math> — <math>R</math> — <math>\phi U_{21}</math> </p> <p> <math>U_1 \phi</math> — <math>R</math> — <math>\phi U_2</math>  <math>B/2</math> — <math>B/2</math> </p> <p> <math>U_1 \phi</math> — <math>X</math> — <math>R</math> — <math>\phi U_2</math>  <math>B/2</math> — <math>B/2</math> </p> <p>         Время наибольших потерь для электроэнергетической системы с <math>T_{нб}=7500</math> ч составляет          6691 ч          8760 ч          7410 ч          7604 ч          Потери активной мощности в двухобмоточных трансформаторах определяются       </p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		$n \cdot \left[ \Delta P_x + \Delta P_{к1} \cdot \left( \frac{S_{нагр1}}{S_{ном1}} \right)^2 + \Delta P_{к2} \cdot \left( \frac{S_{нагр2}}{S_{ном2}} \right)^2 + \Delta P_{к3} \cdot \left( \frac{S_{нагр3}}{S_{ном3}} \right)^2 \right]$ $n \cdot \Delta P_x + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{к} \cdot \left( \frac{S_{нагр}}{S_{ном}} \right)^2$ $\frac{I_x}{100} \cdot S_{ном}$ $n \cdot \Delta P_x + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{к} \cdot \frac{S_{нагр}^2}{S_{ном}}$ <p>Приведенные затраты состоят из</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ущерба</li> <li>издержек</li> <li>капитальных вложений</li> <li>фонда оплаты труда</li> </ul> <p>Нормативный коэффициент срока окупаемости проектов определяется как</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>величина обратная сроку окупаемости проекта</li> <li>величина обратная капитальным вложениям</li> <li>величина обратная издержкам</li> </ul> <p>Для расчета укрупненных стоимостных показателей не используются следующие нормативные документы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>материалы, обобщающие сметные расчеты к проектам и ТЭО конкретных объектов;</li> <li>требования к строительной и механической части электросетевых объектов, определяемые «ПУЭ»;</li> <li>«Нормы технологического проектирования ВЛЭП напряжением 35-750 кВ (СО 154-34.20.121-2006)», утв. Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 16.06.2008 г. №187;</li> <li>«Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения» (ОАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.240.30.010-2008);</li> <li>действующие цены на оборудование и материалы заводов-поставщиков.</li> </ul> <p>все используются</p> <p>Базисные показатели стоимости воздушных линий переменного тока напряжением 35-220 кВ учитывают затраты, сопутствующие строительству</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>2,5-3,0% - временные здания и сооружения;  5,0-6,0% - прочие работы и затраты;  1,5-2,0% - содержание службы заказчика-застройщика, строительный контроль;  10,0-11,0% - проектно-изыскательские работы и авторский надзор.  Коэффициенты к стоимости работ по монтажу оборудования подстанций установлены исходя из дальнейшего предназначения демонтируемого оборудования и составляют  оборудование подлежит дальнейшему использованию со снятием с места установки, необходимой (частичной) разборкой и консервацией с целью длительного или кратковременного хранения - 0,7;  оборудование подлежит дальнейшему использованию без необходимости хранения (перемещается на другое место установки и т. п.) - 0,6;  оборудование не подлежит дальнейшему использованию (предназначено в лом) с разборкой и резкой на части - 0,5;  оборудование не подлежит дальнейшему использованию (предназначено в лом) без разборки и резки - 0,3.  Коэффициенты к стоимости работ по монтажу воздушных линий установлены исходя из дальнейшего предназначения демонтируемого оборудования и составляют  при демонтаже железобетонных опор ВЛ - 0,8;  при демонтаже стальных опор ВЛ - 0,7;  на демонтаж трех проводов ВЛ 35-220 кВ - 0,75;  на демонтаж грозозащитных тросов - 0,65.</p>
ПК-4.2	Выполняет сбор информации по существующим и выбирает оптимальные технические решения на различных стадиях проекта систем электроснабжения объекта капитального строительства	<p><i>1. Вопросы к зачету:</i>  1. В чем заключается методика приведенных затрат?  2. Приведите понятие «условие сопоставимости вариантов».  3. Как определить ущерб от замораживания капиталовложений?  4. Каков порядок расчета изменения во времени приведённых затрат?  5. Особенности расчета амортизационных отчислений.  6. Расчет приведенных дисконтированных затрат.  7. Определение капитальных вложений.  8. Определение эксплуатационных издержек.  9. Социальная норма дисконта.  10. Раскройте методику рентабельности капиталовложений.  11. Раскройте методику рентабельности производства.  12. Основные положения методики определения эффективности электросетевых</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>объектов.</p> <p>13. Перечислите основные критерии надежности электроснабжения.</p> <p>14. Что называется работоспособным и неработоспособным состоянием системы?</p> <p>15. Перечислите основные показатели надежности элементов системы электроснабжения.</p> <p>16. Опишите методику расчета показателей надежности систем электроснабжения электроэнергетических систем.</p> <p>17. Приведите методику расчета ущерба от перерыва электроснабжения.</p> <p>18. Приведите методику расчета ущерба от нарушения качества электроэнергии.</p> <p><i>2. Контрольный тест</i></p> <p>Для оценки надежности электроснабжения используются следующие методы:</p> <p>нормативный экономических оценок удельных величин интервальных оценок</p> <p>К основным схемным способам повышения надежности электроснабжения относят:</p> <p>резервирование применение системы ППР и ТО электрооборудование использование вторичных энергоносителей повышение квалификации персонала</p> <p>Длительность плановых отключений трансформатора 110 кВ составляет 60 ч в году, при коэффициент вынужденного простоя составляет 0,01. Чему равна интенсивность проведения планово-предупредительного ремонта 0,00017 1/ч</p> <p>Определить эквивалентное значение параметра потока отказов для двух последовательно соединенных участков сети, если для первого параметр потока отказов равен 0,02 1/год, для второго - 0,005 1/год. 0,025 1/год</p> <p>В результате нарушения электроснабжения, предприятие не получило электроэнергии 500 МВт*ч, при этом удельный ущерб от перерыва электроснабжения составляет для данного</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>производства 20000 руб./МВт*ч. Определите ущерб от перерыва электроснабжения в млн. руб.</p> <p>10</p> <p>Параметр потока отказов определяется:</p> $\frac{n(t) - r(t)}{n(t)}$ $\frac{n(t)}{N_o}$ $\frac{N_o - n(t)}{N_o}$ $\frac{n(t)}{N_o \cdot \Delta t}$ <p><i>3. Самостоятельно решение задач</i></p> <p>На основании данных полученных при расчете задачи 4 и 5, необходимо определить приведенные затраты на строительство линий электропередачи и понизительной подстанции.</p>
ПК-4.3	Выбирает оборудование для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем электроснабжения объекта капитального строительства	<p><i>1. Самостоятельно решение задач</i></p> <p>Выбрать число и мощность трансформаторов на ГПП, если <math>U_{номвн}=110</math> кВ, <math>U_{номнн}=10</math> кВ, <math>P_{нагр}=100</math> МВт, <math>\cos\varphi=0,7</math>, а потребители III категории составляют 20% от общей нагрузки (имеются потребители I и II категории). Выбрать воздушную линию электропередачи от электростанции до ГПП.</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике» проводится в форме экзамена и защиты курсового проекта.

экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по 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.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его подготовки обучающийся развивает навыки, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике».

В процессе подготовки курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

### **Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.