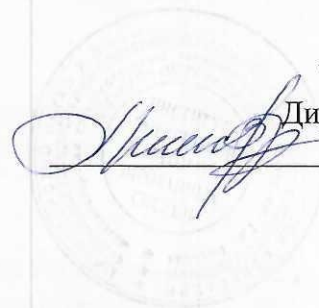




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

03.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ***

Направление подготовки (специальность)
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Цифровой менеджмент в электроэнергетике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
заочная

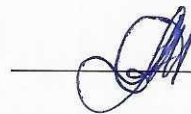
Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	2

Магнитогорск
2026 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
22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой



А.В. Варганова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
03.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
зав. кафедрой экономики, канд. экон. наук



А.Г. Васильева

Рецензент:

зам. начальника ЭТО

АО «МАГНИТОГОРСКИЙ ГИПРОМЕЗ»




А.Ю. Литвинов

Лист актуализации рабочей программы

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 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 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В.Варганова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Инвестиционное проектирование объектов электроэнергетики» являются: формирование у студентов теоретической базы по нормативно-технической документации в области проектирования объектов электроэнергетики, прочных теоретических знаний и практических навыков для оценки технико-экономической реализуемости инвестиционных проектов в электроэнергетике и , анализа последствий их реализации.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Инвестиционное проектирование объектов 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:

Бизнес-планирование и оценка эффективности инновационных проектов

Технико-экономические расчёты в электроэнергетике

Рынки электроэнергии

Инновационное предпринимательство

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Инвестиционное проектирование объектов электроэнергетики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способен разрабатывать отдельные разделы проектов, осуществлять их технико-экономическое обоснование, применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений
ПК-5.1	Определяет характеристики объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 6,4 академических часов;
- аудиторная – 6 академических часов;
- внеаудиторная – 0,4 академических часов;
- самостоятельная работа – 133,7 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Общие вопросы проектирования электроэнергетических объектов								
1.1 Общие вопросы проектирования электроэнергетических объектов	2	1		1	50	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование).	ПК-5.1
1.2 Основные направления технической политики в области проектирования развития электроэнергетики		0,5		2	50	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование)	ПК-5.1
1.3 Эффективность инвестиционных проектов		0,5		1	33,7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование)	ПК-5.1
Итого по разделу		2		4	133,7			
2. Промежуточная аттестация								
2.1 Подготовка и сдача зачета по дисциплине	2					Работа по подготовке к сдаче зачета по дисциплине	Зачет	ПК-5.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		2		4	133,7		зачет	
Итого по дисциплине		2		4	133,7		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для изучения дисциплины «Инвестиционное проектирование объектов электроэнергетики» предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, индивидуальные консультации

В соответствии с требованиями ФГОС по дисциплине в целях реализации компетентностного подхода предусмотрено использование активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

-изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий, лекций в форме беседы, дискуссии;

-самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, нормативной документации, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

-закрепление теоретического материала на практических занятиях, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий, подготовки рефератов по проблемным вопросам, перспективным направлениям развития электроэнергетики

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. Инвестиционное проектирование: Учебник / Голов Р.С., Балдин К.В., Передеряев И.И., - 4-е изд. - Москва :Дашков и К, 2018. - 368 с.: ISBN 978-5-394-02372-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/415324> (дата обращения: 23.12.2025). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1.СО 153-34.20.118-2003. Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. <https://meganorm.ru/Data2/1/4294812/4294812999.pdf> (дата обращения: 23.12.2025). – Режим доступа: свободный.

2.Основные положения (Концепция) технической политики в электроэнергетике России на период до 2030 г. – ОАО РАО «ЕЭС России».-2008. http://energyexpert.ru/media/em/concept_2030.pdf (дата обращения: 23.12.2025). – Режим доступа: свободный.

3.СТО 56947007-29.240.10.028--2009. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). – ОАО «ФСК ЕЭС», 2009. http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.240.10.248-2017_new.pdf (дата обращения: 23.12.2025). – Режим доступа: свободный.

4.СТО 56947007-29.240.55.016--2008. Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ. – ОАО «ФСК ЕЭС», 2008. <http://docs.cntd.ru/document/1200079673> (дата обращения: 23.12.2025). – Режим доступа: свободный.

5. Мясоедов, Ю. В. Интеллектуализация систем электроснабжения городов : учебное пособие / Ю. В. Мясоедов, Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 164 с. — ISBN 978-5-93493-285-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156431> (дата обращения: 23.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Бизнес-планирование : учебник / под ред. проф. Т.Г. Попадюк, проф. В.Я. Горфинкеля. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2025. — 296 с. - ISBN 978-5-9558-0270-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2202589> (дата обращения: 23.12.2025). – Режим доступа: по подписке.

7. Зеляковский, Д. В. Экономика энергетики : учебно-методическое пособие / Д. В. Зеляковский, В. А. Титова. - Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2015. - 72 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/615105> (дата обращения: 23.12.2025). – Режим доступа: по подписке.

8. Вопросы управления эксплуатационными режимами промышленных систем электроснабжения с собственными источниками электрической энергии : монография / А. В. Малафеев, А. В. Варганова, Е. А. Панова, О. В. Газизова. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2019. — 257 с. — ISBN 978-5-9967-1652-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162481> (дата обращения: 23.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Кузнецов Б. Т. Инвестиции : учебное пособие / Б. Т. Кузнецов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Учебная литература для высш. и сред. проф. образ.). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2730>. - Текст : электронный. - дата обращения: 23.12.2025

10. Скворцова Н. В. Инвестиционная деятельность и экономическая оценка инвестиций : учебное пособие / Н. В. Скворцова, Т. П. Рахлис ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/374>. - Текст : электронный. - дата обращения: 23.12.2025

в) Методические указания:

Приложение 3

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - доска, мультимедийный проектор, экран.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся - персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
3. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента. К занятиям готовятся индивидуальные или групповые доклады по конкретной тематике. При обсуждении докладов происходит обмен взглядами по конкретной тематике. При изучении рассматриваемой дисциплины учебная дискуссия, как метод интерактивного обучения, является предпочтительным.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде работы с литературой, выполнения домашних заданий и зачетной работы с консультациями преподавателя. Учитывая ограниченный объем лекций, большое значение приобретает опережающая самостоятельная работа, т.е. изучение нового материала до его изложения преподавателем на лекции.

При подготовке зачетной работы студент широко используются сети Интернет и электронная научная библиотека «eLibrary.ru»; периодические издания, а также учебную и специальную литературу в области электроэнергетики и энергосбережения. В качестве периодических изданий рекомендуются: журналы «Электричество», «Электрические станции», «Энергетик», «Известия вузов. Энергетика», «Известия вузов. Электротехника», «Электрика», «Энергосбережение», «Промышленная энергетика», «Охрана окружающей среды» (реферативный журнал), «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» (реферативный журнал), «Water Power & Dam Construction», «Electrical Power and Energy Systems», «Electra», «Elektrie», «IEEE Transactions. Power systems».

Перечень вопросов для промежуточной аттестации

1. Проектирование как форма инженерной и инвестиционной деятельности.
2. Виды проектной деятельности по обеспечению жизненного цикла инвестиционного объекта.
3. Этапы и стадии проектирования. Цели и основные результаты.
4. Технологические особенности электроэнергетики.
5. Типы электроэнергетических объектов.
6. Технические требования к подстанциям 330-750 кВ нового поколения.
7. Особенности оценки эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике.
8. Основные источники финансирования инвестиционных проектов в электроэнергетике.
9. Технические требования к воздушным линиям электропередач 110-750 кВ нового поколения.
10. Основные направления технической политики в области совершенствования подстанционного электрооборудования.
11. Бизнес-план инвестиционного проекта.
12. Оценка эффективности инвестиционных проектов, реализуемых на действующем предприятии.
13. Классификация показателей эффективности инвестиционных проектов.
14. Учет инфляции при оценке эффективности инвестиционных проектов
15. Фактор неопределенности и виды инвестиционных рисков.
16. Методы учета фактора неопределенности и рисков в инвестиционном проектировании.

17. Оценка экономической эффективности инвестиций в реконструкцию и техническое перевооружение объектов электроэнергетики.

Примерные практические задания для промежуточной аттестации:

1. Два инвестиционных проекта предполагают одинаковый объём инвестиций в электроэнергетическое предприятие тыс. \$1000 и рассчитаны на 4 года. Первый проект А генерирует следующие денежные потоки (тыс. \$) : по годам 500,400, 300, 100, а проект В – 100, 300, 400, 600. Ставка дисконтирования 10%. Выполнить расчёт дисконтированного срока окупаемости.

2. В ходе модернизации городской электрической сети выполняется реконструкция городской подстанции напряжением 220/35/10 кВ, а также реконструкция системы электроснабжения городского района напряжением 10 кВ. В результате реконструкции уменьшаются потери электроэнергии в сети 10 кВ на 9245490 кВт.ч, а также сокращается ущерб на сумму 823,4 т.руб. Тариф на электроэнергию для потребителей составляет 2,2 руб/кВт.ч. Объём инвестиций в реконструкцию соответственно подстанции составляет 1845,7 т.руб, а в систему электроснабжения 10 кВ района города - 18856 т.руб.

Требуется оценить последствия для энергетических предприятий: работающего с сетями 10 кВ и предприятия, которому принадлежит подстанция 110/35/10 кВ.

3. Рассчитать внутреннюю норму доходности проекта построения электроремонтного завода стоимостью 180 млн. руб., если он в течение 7 лет обеспечивает ежегодный доход 35 млн. руб.

Перечень тем индивидуальных заданий для реферативных работ

1. Подстанции нового поколения. Отличительные черты и требования к проектированию.

2. Особенности проектирования систем электроснабжения предприятий с мощными электродуговыми печами.

3. Основные положения по проектированию воздушных линий электропередач 35 – 750 кВ.

4. Особенности проектирования электрических сетей, содержащих кабельные линии электропередачи;

5. Технологические особенности электроэнергетики, типы электроэнергетических объектов и особенности оценки эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике.

6. Технические решения, принимаемые при проектировании подстанций нового поколения.

7. Методы финансирования инвестиционных проектов в электроэнергетике.

8. Система показателей оценки эффективности инвестиционных проектов.

9. Бизнес-план инвестиционного проекта.

10. Проектные решения в электроснабжении медицинских учреждений.

11. Основные направления по проектированию электрического освещения промышленных предприятий.

12. Основные направления по модернизации распределительных электрических сетей 10(6) кВ.

13. Инвестиционные риски. Учёт и анализ рисков.

14. Техническая политика в области совершенствования подстанционного электрооборудования.

15. Оценка эффективности инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения электроэнергетических объектов.

Рекомендуемая литература:[1,1

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля по дисциплине.

Раздел 1. Общие вопросы проектирования электроэнергетических объектов

1. Какой смысл может вкладываться в понятие «проект»?
2. Перечислите возможные виды инвестиционных проектов.
3. Какие цели достигаются в результате выполнения инвестиционного проекта?
4. Что включает в себя жизненный цикл инвестиционного проекта?
5. Охарактеризуйте этапы проектирования.
6. Дайте характеристику объектам электроэнергетики.
7. В чём заключаются особенности электроэнергетических объектов?
8. Каково содержание предпроектных этапов инвестиционного процесса?
9. Какова цель формирования инвестиционного замысла?
10. Каково назначение проведение торгов (тендера)? Формы проведения тендера.
11. Назначение бизнес-плана инвестиционного проекта.
12. Основные разделы бизнес-плана инвестиционного проекта и их содержание.
13. Назначение технико-экономического обоснования проекта.
14. Каково назначение рабочей документации?
15. Содержание проектных работ в послепроектной деятельности?
16. Каково содержание работ, выполняемых в ходе авторского надзора?

Раздел 2. Основные направления технической политики в области проектирования развития электроэнергетики.

1. Какие требования предъявляются к подстанциям 330-750 кВ нового поколения?
2. Сформулируйте требования к системам электроснабжения промышленных предприятий.
3. Техническая политика в области развития энергосистем.
4. Требования к проектированию воздушных линий электропередач 110-750 кВ нового поколения.
5. Основные направления в совершенствовании подстанционного электрооборудования.
6. Современное состояние возобновляемой энергетики России.
7. Основные направления в развитии возобновляемой энергетики.

Раздел 3. Эффективность инвестиционных проектов..

1. Эффективность и виды эффективности инвестиционных проектов.
2. Охарактеризуйте основные подходы к оценке эффективности инвестиционных проектов.
3. Охарактеризуйте основные подходы к оценке эффективности инвестиционных проектов.
4. Сущность статического метода оценки эффективности инвестиционного проекта.
5. Дайте характеристику показателям, с помощью которых оценивается экономическая эффективность вариантов инвестиционных проектов при статическом методе.
6. Обоснуйте необходимость учета фактора времени при выполнении технико-экономических расчётов.
7. В чём заключается сущность динамических методов оценки инвестиционных проектов?
8. Сформулируйте условия сопоставимости вариантов инвестиционных проектов.

9. Что такое дисконтирование затрат?
10. Дайте понятие нормы дисконта, коэффициента дисконтирования, расчётного периода.
11. Как рассчитывается чистый дисконтированный доход?
12. Сущность и природа инвестиционных рисков.
13. Какие обстоятельства следует учитывать при оценке эффективности проектов, реализуемых на действующем предприятии?
14. В чём заключаются особенности оценки эффективности инвестиционных проектов сооружения ЛЭП?
15. Методы финансирования инвестиций в электроэнергетике.

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-5 Способен разрабатывать отдельные разделы проектов, осуществлять их технико-экономическое обоснование, применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений		
ПК-5.1	Определяет характеристики объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	<p>Перечень вопросов для промежуточной аттестации</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности оценки эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике. 2. Основные источники финансирования инвестиционных проектов в электроэнергетике. 3. Основные направления технической политики в области совершенствования подстанционного электрооборудования. 4. Оценка эффективности инвестиционных проектов, реализуемых на действующем предприятии. 5. Классификация показателей эффективности инвестиционных проектов. 6. Учет инфляции при оценке эффективности инвестиционных проектов 7. Фактор неопределенности и виды инвестиционных рисков. 8. Методы учета фактора неопределенности и рисков в инвестиционном проектировании. 9. Оценка экономической эффективности инвестиций в реконструкцию и техническое перевооружение объектов электроэнергетики. <p>Примерные практические задания для промежуточной аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Два инвестиционных проекта предполагают одинаковый объем инвестиций в электроэнергетическое предприятие тыс. \$1000 и рассчитаны на 4 года. Первый проект А генерирует следующие денежные потоки (тыс. \$) : по годам 500,400, 300, 100, а проект В – 100, 300, 400, 600. Ставка дисконтирования 10%. Выполнить расчёт дисконтированного срока окупаемости. 2. В ходе модернизации городской электрической сети выполняется реконструкция городской подстанции напряжением 220/35/10 кВ, а также реконструкция системы электроснабжения городского района напряжением 10 кВ. В результате реконструкции уменьшаются потери электроэнергии в сети 10 кВ на 9245490 кВт.ч, а также сокращается

	<p>ущерб на сумму 823,4 т.руб. Тариф на электроэнергию для потребителей составляет 2,2 руб/кВт.ч. Объем инвестиций в реконструкцию соответственно подстанции составляет 1845,7 т.руб, а в систему электроснабжения 10 кВ района города - 18856 т.руб.</p> <p>Требуется оценить последствия для энергетических предприятий: работающего с сетями 10 кВ и предприятия, которому принадлежит подстанция 110/35/10 кВ.</p> <p>3. Рассчитать внутреннюю норму доходности проекта построения электроремонтного завода стоимостью 180 млн. руб., если он в течение 7 лет обеспечивает ежегодный доход 35 млн. руб.</p>
--	---

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков. Проводится в форме зачета с оценкой.

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

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(обязательное)

Методические указания для обучающихся

На основании данных полученных от преподавателя необходимо определить приведенные затраты на строительство линий электропередачи и понизительной подстанции.

Для этого необходимо определить потери электроэнергии в сети и трансформаторах
Годовые потери электроэнергии в линиях сети, кВт·ч:

$$\Delta W_{\text{Л}} = \Delta P_{\text{Л}\Sigma} \cdot \tau, \quad (1)$$

где $\Delta P_{\text{Л}\Sigma}$ – суммарные потери мощности в линиях, кВт;

τ – время наибольших потерь, ч.

Время наибольших потерь может быть определено по эмпирической формуле:

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_{\text{нб}}}{10000} \right)^2 \cdot 8760, \quad (2)$$

где $T_{\text{нб}}$ – число часов использования наибольшей нагрузки, с.

Годовые потери электроэнергии в трансформаторах сети, кВт·ч:

$$\Delta W_{\text{T}} = \Delta P_{\text{x}\Sigma} \cdot 8760 + \Delta P_{\text{нг}\Sigma} \cdot \tau, \quad (3)$$

где $\Delta P_{\text{x}\Sigma}$, $\Delta P_{\text{нг}\Sigma}$ – суммарные потери холостого хода и суммарные нагрузочные потери во всех понизительных и повысительных трансформаторах, кВт.

Суммарные годовые потери электроэнергии в сети:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{Л}} + \Delta W_{\text{T}}. \quad (4)$$

Номинальные параметры оборудования, необходимые для расчетов приведены в приложении 1 к курсу в разделе «Справочный материал».

Далее определяются ежегодные издержки

Ежегодные издержки на эксплуатацию сети включают в себя: отчисления на амортизацию и обслуживание линий электропередач, оборудование ПС и электростанций, стоимость годовых потерь электроэнергии в элементах сети, тыс. руб.:

$$И = И_{\text{Л}} + И_{\text{П}} + И_{\text{Э}} = a_{\text{Л}} \cdot K_{\text{Л}} + a_{\text{П}} \cdot K_{\text{П}} + \beta \cdot \Delta W, \quad (5)$$

где $a_{\text{Л}}$, $a_{\text{П}}$ – отчисления на амортизацию и обслуживание в процентах соответственно от первоначальных капитальных вложений в линии электропередач и оборудование ПС и электростанций приведены в табл. 1-2;

β – стоимость 1 кВт·ч потерянной электроэнергии, коп за 1 кВт·ч, величину

согласовать с преподавателем;

ΔW – потери электроэнергии в сети в течение года, кВт·ч.

Потери электроэнергии определяются по подсчитанным ранее потерям активной мощности в ЛЭП и трансформаторах.

Таблица 1

Амортизационные отчисления [2]

Наименование элементов электрических систем	Срок полезного использования, лет	Коэффициент амортизации, %
Трансформаторы, выключатели, разъединители	15-20	6,7-5
Генераторы, синхронные компенсаторы	25-30	4-3,3
ВЛ на металлических опорах	10-15	10-6,7
ВЛ на ж/б опорах	15-20	6,7-5
Кабели с медной жилой	более 30	более 3,3
Провода и другие кабели	20-25	5-4

Таблица 2

Ежегодные издержки на ремонты и обслуживание элементов электрической сети,
% капитальных вложений [2]

Наименование элементов электрических систем	Затраты на обслуживание	Ремонты	Суммарные отчисления
Электрооборудование и РУ			
до 150 кВ	3,0	2,9	5,9
220 кВ и выше	2,0	2,9	4,9
ВЛ 35 кВ и выше на стальных и ж/б опорах	0,4	0,4	0,8
ВЛ 35-220 кВ на деревянных опорах	0,5	1,6	2,1
КЛ до 10 кВ			
Со свинцовой оболочкой, проложенные			
в земле и помещениях	2,0	0,3	2,3
под водой	2,0	0,6	2,6
С алюминиевой оболочкой, проложенные в земле и в помещениях	2,0	0,3	2,3
С пластмассовой изоляцией, проложенные в земле и в помещениях	2,0	0,3	2,3
КЛ 20-35 кВ со свинцовой оболочкой, проложенные			
в земле и помещениях	2,0	0,4	2,4
под водой	2,0	0,8	2,8
КЛ 110-220 кВ, проложенные:			
в земле и помещениях	2,0	0,5	2,5
под водой	2,0	1,0	3,0

И рассчитывается величина приведенных затрат определяется по выражению:

$$Z = p_n \cdot K + I, \quad (6)$$

где p_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для объектов электроэнергетики он принимается 0,12-0,15);

K – первоначальные капитальные вложения в электрическую сеть, тыс. руб.;

I – ежегодные издержки на эксплуатацию сети, тыс. руб..

Величина капитальных вложений в сеть определяется по укрупненным показателям стоимости элементов, принципиальной однолинейной схемы варианта сети с учетом коэффициентов инфляции. Расчет капитальных вложений в строительство подстанции и воздушных линий электропередачи для решения этой задачи необходимо принять по данным задач 4 и 5 соответственно.