

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета  
энергетики

 А.А. Павченко  
«24» \_\_\_\_\_ 2023 г.



**Рабочая программа дисциплины**  
«Оптимизация систем энергоснабжения»

**Направление подготовки**  
35.04.06 «Агроинженерия»

**Профиль подготовки**  
Электротехнологии и электрооборудование

**Уровень высшего образования**  
Магистратура

**Форма обучения**  
Очная, заочная

**Краснодар**  
**2023**

Рабочая программа дисциплины «Оптимизация систем энергоснабжения» разработана на основе ФГОС ВО 35.04.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Минобрнауки России от 26.07.2017 г. № 709.

Автор:

д-р техн. наук, профессор



В.В. Тропин

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры применения электрической энергии от 17.04.2023., протокол № 29

Заведующий кафедрой  
канд. техн. наук, доцент



А.Г. Кудряков

Рабочая программ одобрена на заседании методической комиссии факультета энергетики от 19 апреля 2023 г., протокол № 9.

Председатель  
методической комиссии  
д-р техн. наук, профессор



И.Г. Стрижков

Руководитель  
основной  
профессиональной  
образовательной  
программы  
канд. техн. наук, доцент  
кафедры электрических  
машин и электропривода



В.А. Дидыч

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Оптимизация систем энергоснабжения» является освоение знаний о фундаментальных и прикладных возможностях методов оптимизации устройств и сетевых структур систем энергоснабжения (СЭ) объектов сельскохозяйственного назначения. В процессе изучения дисциплины «Оптимизации систем энергоснабжения» обучающиеся магистратуры знакомятся с математическими методами описания, исследования и оптимизации процессов в системах энергоснабжения; готовятся к организации научно-исследовательской работы, чтобы вести поиск инновационных оптимальных решений по проектированию и реконструкции автоматических устройств и сетевых структур СЭ объектов сельскохозяйственного назначения.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение методики решения классических задач оптимизации;
- изучение методики решения задачи линейного программирования применительно к транспортной задаче систем энергоснабжения объектов сельскохозяйственного назначения;
- изучение основных методик анализа и расчета системы компенсации реактивной мощности с позиции оптимизации технико-экономической эффективности работы распределительных сетей систем энергоснабжения объектов сельскохозяйственного назначения.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

### **В результате освоения дисциплины формируется компетенция**

ПКС-2 - Способен обеспечить эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства

## **3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

«Оптимизация систем энергоснабжения» является дисциплиной, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», направленность «Электрооборудование и электротехнологии»

#### 4 Объем дисциплины (108 часа, 3 зачетных единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Контактная работа</b>	45	11
в том числе:		
-аудиторная по видам учебных занятий	44	10
- лекции	16	4
- практические	28	6
- лабораторные	-	-
- внеаудиторная	1	1
- зачет	1	1
- экзамен	-	-
- защита курсовых работ (проектов)	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	63	97
в том числе:		
- курсовая работа (проект)	-	-
- прочие виды самостоятельной работы	63	97
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

#### 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают зачёт с оценкой. Дисциплина изучается на 1 курсе, в 1 семестре (очное), а также на 1 курсе в 1 семестре (заочное).

#### Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	<b>1. Сложные электроэнергетические системы</b> Понятие системы. Принятие решений при управлении сложными системами. Понятие модели. Классификация моделей. Формализации проблемы (функции, уравнения, неравенства). Стадии построения модели СЭЭС. Задачи оптимизации.	ПКС-2	1	2	2	-	7
2	<b>2. Основы теории опти-</b>	ПКС-2	1	2	4	-	8

№ п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	<p><b>мизации</b></p> <p>Характеристика оптимизационных задач. Основные этапы решения задач. Поисковые методы. Методы с использованием производных. Теорема Снелла, - первая оптимизационная задача. Линейное и нелинейное программирование.</p>						
3	<p><b>3. Основные этапы и математические методы, применяемые в моделировании режимов СЭЭС</b></p> <p>Тип математической модели, возможности ее применения в задаче повышения эффективности СЭЭС. Уточнение перечня переменных и параметров и формы связей. Разноаспектные модели. Упрощения исходных предпосылок модели. Методы численного решения. Оптимизация выбора конденсаторной установки.</p>	ПКС-2	1	2	4	2	8
4	<p><b>4. Основные понятия оптимизации СЭЭС</b></p> <p>Понятие оптимизации. Задачи и критерии оптимизации режимов. Независимые и зависимые параметры, характеризующие режим СЭЭС. Целевая функция. Особенности оптимизации режима СЭЭС для заданного периода времени. Оптимизация выбора сечения проводника электрической цепи.</p>	ПКС-2	1	2	2	2	8
5	<p><b>5. Этапы поиска оптимального решения СЭЭС</b></p>	ПКС-2	1	2	4	2	8

№ п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Сбор и анализ исходной информации. Составление математической модели СЭНС. Искомые переменные, значения которых вычисляются в процессе решения задачи. Базисные и свободные переменные. Экстремум целевой функции. Оптимизация выбора силового трансформатора. Анализ решения задачи.						
6	<b>6. Линейные оптимизационные задачи</b> Линейная математическая модель СЭНС. Формулировка задачи линейного программирования как задачи исследования операций. Графическое решение задачи линейного программирования. Единая математическая модель – «транспортная задача».	ПКС-2	1	2	4	2	8
7	<b>7. Математический аппарат эффективного энергоснабжения</b> Оптимизация затрат на схему электрической (тепловой) сети, состоящей из линий передачи, связывающих узлы источников питания с узлами потребителей. Алгоритм решения оптимизационной задачи. Допустимое решение для задачи при заданных (выбранных) исходных данных. Уточнение полученного допустимого решения.	ПКС-2	1	2	4	2	6
8	<b>8. Методы получения эффективного решения</b> Распределительный метод. Метод потенциалов. Учет	ПКС-2	1	2	4	-	8

№ п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	пропускной способности линий. Транспортная матрица с учетом пропускной способности линий. Оптимальная схема энергетической сети с учетом ее структуры и пропускной способности.						
Итого 108 часов		Зачёт с оценкой		Итого лекций	Итого практических занятий	-	Итого самостоятельной работы
		1		16	28		63

### Содержание и структура дисциплины по заочной форме обучения

п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная Работа
1	<b>1. Сложные электроэнергетические системы</b> Понятие системы. Принятие решений при управлении сложными системами. Понятие модели. Классификация моделей. Формализации проблемы (функции, уравнения, неравенства). Стадии построения модели СЭНС. Задачи оптимизации.	ПКС-2	1	0,2	0,2	-	12
2	<b>2. Основы теории оптимизации</b> Характеристика оптимизационных задач. Основные этапы решения задач. Поиск методы. Методы с использованием производных. Теорема Снелла, - первая оптимизационная задача. Линейное и	ПКС-2	1	0,3	0,3	-	12

п/ п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная Работа
	нелинейное программирование.						
3	<p><b>3. Основные этапы и математические методы, применяемые в моделировании режимов СЭНС</b></p> <p>Формализации проблемы (функции, уравнения, неравенства). Стадии построения модели СЭНС. Тип математической модели, возможности ее применения в задаче повышения эффективности СЭНС. Уточнение перечня переменных и параметров и формы связей. Упрощения исходных предпосылок модели. Методы численного решения. Оптимизация выбора мощности конденсаторной установки.</p>	ПКС-2	1	0,5	0,5	-	12
4	<p><b>4. Основные понятия оптимизации СЭНС</b></p> <p>Понятие оптимизации. Задачи и критерии оптимизации режимов. Независимые и зависимые параметры, характеризующие режим СЭНС. Целевая функция. Особенности оптимизации режима СЭНС для заданного периода времени. Оптимизация выбора проводника электрической цепи.</p>	ПКС-2	1	0,2	0,2	-	12
5	<p><b>5. Этапы поиска оптимального решения СЭНС</b></p> <p>Сбор и анализ исходной информации. Составление математической модели СЭНС. Искомые перемен-</p>	ПКС-2	1	0,2	0,2	-	12

п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная Работа
	ные, значения которых вычисляются в процессе решения задачи. Базисные и свободные переменные. Экстремум целевой функции. Оптимизация выбора силового трансформатора. Анализ решения задачи.						
6	<b>6. Линейные оптимизационные задачи</b> Линейная математическая модель СЭНС. Формулировка задачи линейного программирования как задачи исследования операций. Графическое решение задачи линейного программирования. Единая математическая модель – «транспортная задача».	ПКС-2	1	0,2	0,2	-	12
7	<b>7. Математический аппарат эффективного энергоснабжения</b> Оптимизация затрат на схему электрической (тепловой) сети, состоящей из линий передачи, связывающих узлы источников питания с узлами потребителей. Алгоритм решения оптимизационной задачи. Допустимое решение для задачи при заданных (выбранных) исходных данных. Уточнение полученного допустимого решения.	ПКС-2	1	0,2	0,2	-	11
8	<b>8. Методы получения эффективного решения</b> Распределительный метод. Метод потенциалов. Учет пропускной способности линий. Транспортная матрица с учетом пропускной способности линий. Оп-	ПКС-2	1	0,2	0,2	-	14

п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная Работа
	тимальная схема энергетической сети с учетом ее структуры и пропускной способности.						
Итого часов 108			1	4	6	-	93

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Оськин С.В. Электротехнологии в сельском хозяйстве: учебник для студентов вузов/ С.В. Оськин. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 501 с. – Режим доступа:

[https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01\\_EHLEKTROTEKHNOLOGII\\_V\\_SELSKOM\\_KHOZJAISTVE\\_OSKIN\\_S.V.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01_EHLEKTROTEKHNOLOGII_V_SELSKOM_KHOZJAISTVE_OSKIN_S.V.pdf)–Образовательный портал КубГАУ.

2. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Оптимизации систем энергоснабжения: Учебное пособие для вузов. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 124 с. (Б/ц 25 экземпляров)

3. Кудряков А.Г., Кучеренко Д.Е., Тропин В.В. «Оптимальная компенсация реактивной мощности в распределительной сети по критерию минимума материальных затрат»: Методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы для студентов магистратуры направления 35.04.06 «Агроинженерия» по курсу «Оптимизация систем энергоснабжения». – Краснодар: КубГАУ. 2019. – 18 с.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра)	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
--	---

ПКС-2 - Способен обеспечить эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства

Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра)	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
--	---

1	Автоматизированные системы управления технологическими процессами
1	<b>Оптимизация систем энергоснабжения</b>
1	Компьютерные технологии в науке и АПК
1	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2	Использование компьютерных программ в инженерных задачах
2	Преддипломная практика

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное Средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ПКС-2 - Способен обеспечить эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства					
<b>Знать:</b> - методы и способы эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства	<b>Не знает</b> методов и способов эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства. Студент допускает значительные ошибки и обнаруживает лишь начальную степень ориентации в материале.	<b>Знает</b> методы и способы эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, <b>но недостаточно высок</b> уровень знаний студента. Допускаются ошибки и затруднения при изложении материала.	<b>Знает</b> методы и способы эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства <b>относительно полно</b> ориентируется в материале и отвечает без затруднений при контроле знаний.	<b>Знает</b> методы и способы эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, <b>свободно ориентируется</b> в материале и отвечает без затруднений.	Реферат Доклад РГР  Вопросы к зачёту с оценкой

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное Средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
<p><b>Уметь:</b></p> <p>- обеспечивать эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства</p>	<p><b>Не умеет:</b></p> <p>- обеспечивать эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, при решении стандартных задач <b>не продемонстрированы основные умения</b>, имели место грубые ошибки</p>	<p><b>Умеет:</b></p> <p>- обеспечивать эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, <b>но продемонстрированы основные умения</b>, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</p>	<p><b>Умеет:</b></p> <p>- обеспечивать эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, <b> продемонстрированы все основные умения</b>, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</p>	<p><b>Умеет:</b></p> <p>обеспечивать эффективную эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, <b> продемонстрированы все основные умения</b>, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, <b> выполнены все задания в полном объеме</b></p>	<p>РГР</p> <p>Вопросы к зачёту с оценкой</p>
<p><b>Владеть навыками</b> эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства</p>	<p><b>Не владеет</b> навыками эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки</p>	<p><b>Владеет</b> навыками эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства <b>но имеется минимальный набор навыков</b> для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p><b>Владеет</b> навыками эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, <b> продемонстрированы базовые навыки</b> при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p><b>Владеет</b> навыками эффективной эксплуатации сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, <b> продемонстрированы навыки</b> при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</p>	<p>Реферат.</p> <p>Доклад</p> <p>РГР</p> <p>Вопросы к зачёту с оценкой</p>

### 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 7.3.1 Расчётно-графическая работа

На выполнение РГР из учебного плана выделяется 27 часов. В соответствии с полученным вариантом обучающийся должен раскрыть следующие вопросы и оформить полученные результаты в виде пояснительной записки:

- указать исходные данные;
- привести основные теоретические сведения по оптимизации решения компенсации реактивной мощности;
- описать алгоритм решения оптимизационной задачи;
- составить математическую модель для решения задачи;
- определить требуемую величину мощности конденсатора и точки подключения его к сети, сделать необходимые выводы;
- привести список использованной литературы.

Расчётно-графическая работа выполняется по одному из вариантов, задаваемых преподавателем согласно данных Таблицы 1. В неё необходимо внести только значения величин реактивных токов всех пяти узлов, которые и есть отличительные признаки варианта, указанные в Таблице 2.

Таблица 1

Узел № (k) →		1	2	3	4	5
Исходные данные	$r, \text{ Ом}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	$I_r, \text{ А}$					
	$t, \text{ часов}$	8760				
	$T, \text{ руб /кВт}$	5,0 руб /кВт				
	$\text{Ц}_{\text{уд}}$	1000 руб /квар				
Расчётные величины	$P_m$					
	$P_r$					
	$x_T$					
	$\beta, \text{ руб}$					
	$x_\varepsilon$					
	$Z_k, \text{ руб}$					
	$\varepsilon(x_\varepsilon), \text{ руб}$					
	$\Pi, \text{ руб.}$					
	$Q_\varepsilon, \text{ квар}$					

Таблица 2

№ варианта	Ток 1	Ток 2	Ток 3	Ток 4	Ток 5
	I, А				
1	100	50	30	30	20
2	100	40	20	40	10
3	100	30	40	50	10
4	100	50	30	30	5
5	100	40	20	20	20
6	100	30	40	50	10
7	100	50	30	50	5
8	100	40	20	30	15
9	100	30	40	20	10
10	100	50	20	30	5
11	90	50	30	30	20
12	90	40	20	40	20
13	90	30	40	50	10
14	90	50	30	30	5
15	90	40	20	20	10
16	90	30	40	50	5
17	90	50	30	50	10
18	90	40	20	30	5
19	90	30	40	20	10
20	90	50	20	30	5
21	80	50	30	30	10
22	80	40	20	40	20
23	80	30	40	50	5
24	80	50	30	30	10
25	80	40	20	20	20
26	80	30	40	50	10
27	80	50	30	50	5
28	80	40	20	30	10
29	80	30	40	20	5
30	80	50	20	30	10
31	70	50	30	30	5
32	70	40	20	40	10
33	70	30	40	50	10
34	70	50	30	30	5
35	70	40	20	20	10
36	70	30	40	50	5
37	70	50	30	50	5
38	70	40	20	30	10
39	70	30	40	20	10
40	70	50	20	30	20

41	60	50	30	30	20
42	60	40	20	40	30
43	60	30	40	50	20
44	60	50	30	30	10
45	60	40	20	20	20
46	60	30	40	50	30
47	60	50	30	50	10
48	60	40	20	30	20
49	60	30	40	20	30
50	60	50	20	30	10
51	70	50	30	30	20
52	70	40	20	40	30
53	70	30	40	50	10
54	70	50	30	30	20
55	70	40	20	20	10
56	70	30	40	50	20
57	70	50	30	50	10
58	70	40	20	30	10
59	70	30	40	20	20
60	70	50	20	30	10
61	80	50	30	30	10
62	80	40	20	40	20
63	80	30	40	50	10
64	80	50	30	30	20
65	80	40	20	20	10
66	80	30	40	50	10
67	80	50	30	50	10
68	80	40	20	30	10
69	80	30	40	20	10
70	80	50	20	30	20
71	90	50	30	30	10
72	90	40	20	40	5
73	90	30	40	50	5
74	90	50	30	30	5
75	90	40	20	20	5

В соответствии с полученным вариантом обучающийся должен произвести расчёты прибыли  $\Pi$ , полученной от использования УКРМ за год в распределительной сети 10 кВ, и установленную мощность величиной  $Q_{\Sigma}$  требуемого УКРМ по критерию оптимальности и оформить полученные результаты в виде пояснительной записки:

- указать исходные данные;

- привести теоретические сведения о необходимости и достаточности операции компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторов в электрической сети с сосредоточенной активно-индуктивной нагрузкой и по оптимизации условий компенсации реактивной мощности фидера распределительной электрической сети;

- начертить рисунок аналогичный рис.1 с указанием обозначений элементов;

- произвести расчёт потерь мощности фидера 10 кВ без УКРМ по формуле 2;

- не забывать, что для реальной трехфазной электрической сети необходимо учесть число фаз умножением на 3;

- использовать как «путевую карту» Таблицу 1 и заносить по мере выполнения вычислений в соответствующие строки Таблицы 1 значения величин  $\Delta P_m$  и  $P_r$ .

#### **Алгоритм выполнения вычислений:**

1- произвести расчёт потерь мощности фидера с УКРМ, включённым в 1-й узел фидера, - по формуле 2, приняв  $k=1$  (при расчётах А и В), определить величину наибольших предотвращённых потерь мощности  $\Delta P_{max1}$  в первом узле, - занести результат  $\Delta P_{max1}$  в Табл.1;

2- произвести расчёт потерь мощности фидера с УКРМ, включённым во 2-й узел фидера, - по формуле 2, приняв  $k=2$  (при расчётах А и В), определить величину наибольших предотвращённых потерь мощности  $\Delta P_{max2}$  во втором узле, - занести результат  $\Delta P_{max1}$  в Табл.1;

3- произвести расчёт потерь мощности фидера с УКРМ, включённым в 3-й узел фидера, - по формуле 2, приняв  $k=3$  (при расчётах А и В), определить величину наибольших предотвращённых потерь мощности  $\Delta P_{max3}$  в третьем узле, - занести результат  $\Delta P_{max3}$  в Табл.1;

4- произвести расчёт потерь мощности фидера с УКРМ, включённым в 4-й узел фидера, - по формуле 2, приняв  $k=4$  (при расчётах А и В), определить величину наибольших предотвращённых потерь мощности  $\Delta P_{max4}$  в четвёртом узле, - занести результат  $\Delta P_{max1}$  в Табл.1;

5- произвести расчёт потерь мощности фидера с УКРМ, включённым в 5-й узел фидера, - по формуле 2, приняв  $k=5$  (при расчётах А и В), определить величину наибольших предотвращённых потерь мощности  $\Delta P_{max5}$  в пятом узле, - занести результат  $\Delta P_{max5}$  в Табл.1;

6 - привести промежуточные вычислительные операции или программу расчёта собственной разработки;

## Алгоритм выполнения графических процедур

Пояснительная записка должна состоять из:

- «Введения»,
- 1 - го пункта «Исходные данные»,
- 2-6 -го пунктов вычислений и поясняющих графиков,
- 7-го пункта «Выводы и заключение».

Графически изобразить математическую модель трёхфазной системы электроснабжения 10 кВ с одним магистральным фидером в виде рисунка 1, показывающего однофазную принципиальную эквивалентную схему сети с источниками тока имитирующими реактивный ток нагрузки, но без источника тока имитирующего УКРМ (по аналогии с рис.1 данной методички). Обозначить наименования элементов и указать их величины. Дать теоретические пояснения.

### Исходные данные

1.1. Скопировать Табл.1 и использовать её в дальнейших расчётах для изображения своих исходных данных и результатов расчётов.

1.2. Заполнить все клетки раздела «Исходные данные» Табл. 1 согласно вашего варианта.

1.3. Определить по формуле (1) **максимально возможные** потери от реактивной мощности нагрузки  $P_m$ , условно локализованной в конце линии. (Не забывать, что для реальной трехфазной электрической сети необходимо учесть число фаз умножением на 3) Результат занести в раздел «Результаты расчёта» Табл.1.

1.4. Определить по формуле 1 потери мощности  $P_r$  от реактивной мощности нагрузки, распределённой по фидеру, предварительно рассчитав коэффициенты  $a_i$ ,  $b_i$ . Результат занести в раздел «Результаты расчёта» Табл.1.

### Схема с УКРМ в 1-ом узле

1. Нарисовать однофазную принципиальную эквивалентную схему сети с источниками тока, имитирующими реактивный ток нагрузки и с источником тока имитирующего УКРМ и подключённым в 1-й узел сети.

2. Определить по формуле 2 величину суммарных предотвращенных потерь активной мощности  $\Delta P_{max1}$ , как функцию  $x$  (с дискретностью 0,1) фидера с УКРМ, подключенным к 1-му узлу, рассчитав предварительно при  $k = 1$  коэффициенты  $A_1$  и  $B_1$ .

3. Построить график функции  $\Delta P_{max1}(x)$

4. Результат занести в раздел «Результаты расчёта» Табл.1.

### Схема с УКРМ во 2-ом узле

1. Нарисовать однофазную принципиальную эквивалентную схему сети с источниками тока, имитирующими реактивный ток нагрузки и с источником тока имитирующего УКРМ и подключённым в 1-й узел сети.

2. Определить по формуле 2 величину **суммарных предотвращенных потерь** активной мощности  $\Delta P_{max2}$ , как функцию  $x$  (с дискретностью 0,1) фидера с УКРМ, подключенным к 2-му узлу, рассчитав предварительно при  $k = 1$  коэффициенты  $A_1$  и  $B_1$ .

3. Построить график функции  $\Delta P_{max2}(x)$

4. Результат занести в раздел «Результаты расчёта» Табл.1.

### Схема с УКРМ в 3-ом узле

1. Нарисовать однофазную принципиальную эквивалентную схему сети с источниками тока, имитирующими реактивный ток нагрузки и с источником тока имитирующего УКРМ и подключённым в 3-й узел сети.

2. Определить по формуле 2 величину **суммарных предотвращенных потерь** активной мощности  $\Delta P_{max3}$ , как функцию  $x$  с дискретностью 0,1) фидера с УКРМ, подключенным к 3-му узлу, рассчитав предварительно при  $k = 1$  коэффициенты  $A_1$  и  $B_1$ .

3. Построить график функции  $\Delta P_{max3}(x)$

4. Результат занести в раздел «Результаты расчёта» Табл.1.

### Схема с УКРМ в 4-ом узле

1. Нарисовать однофазную принципиальную эквивалентную схему сети с источниками тока, имитирующими реактивный ток нагрузки и с источником тока имитирующего УКРМ и подключённым в 4-й узел сети.

2. Определить по формуле 2 величину **суммарных предотвращенных потерь** активной мощности  $\Delta P_{max4}$ , как функцию  $x$  с дискретностью 0,1) фидера с УКРМ, подключенным к 4-му узлу, рассчитав предварительно при  $k = 1$  коэффициенты  $A_1$  и  $B_1$ .

3. Построить график функции  $\Delta P_{max4}(x)$

4. Результат занести в раздел «Результаты расчёта» Табл.1.

### Схема с УКРМ в 5-ом узле

1. Нарисовать однофазную принципиальную эквивалентную схему сети с источниками тока, имитирующими реактивный ток нагрузки и с источником тока имитирующего УКРМ и подключённым в 4-й узел сети.

2. Определить по формуле 2 величину **суммарных предотвращенных потерь** активной мощности  $\Delta P_{max5}$ , как функцию  $x$  с дискретностью 0,1) фи-

дера с УКРМ, подключенным к 5-му узлу, рассчитав предварительно при  $k = 1$  коэффициенты  $A_1$  и  $B_1$ .

3. Построить график функции  $\Delta P_{max5}(x)$

4. Результат занести в раздел «Результаты расчёта» Табл.1.

### **Определение оптимального узла по критерию максимальной прибыли**

Используя формулы 3-8, определяем прибыли получаемые от подключения КРМ в каждый узел. Сравнивая их, определяем узел, соответствующий максимальной прибыли. По формуле 9 определяем мощность КРМ этого узла.

#### **Выводы по выполнению РГР**

Проанализировав полученные графики  $\Delta P_{max5}(x)$ , сделать вывод о том, в какой узел подключить и какой величины  $x$  следует выбрать, чтобы иметь режим оптимального использования УКРМ в данной сети.

В заключении указать абсолютную величину реактивной мощности УКРМ оптимального значения по экономическому критерию.

### **7.3.2 Рефераты (доклады)**

Реферат (доклад) - это краткое изложение в письменном виде (в устной форме) содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности, имеет регламентированную структуру, содержание и оформление. Его задачами являются:

1. Формирование умений самостоятельной работы студентов с источниками литературы, их систематизация;

2. Развитие навыков логического мышления;

3. Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

Текст реферата (доклада) должен:

- содержать аргументированное изложение актуальной темы;

- быть структурированным по главам, разделам, параграфам;

- включать разделы:

- введение,

- основная часть, из 3-4 разделов;

- заключение, - оценить степень достижения поставленной цели;

- список используемых источников.

В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т. д.

#### **Структура реферата и доклада:**

1) титульный лист;

- 2) план работы с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- 3) введение;
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на разделы, главы, параграфы, вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;
- 5) заключение;
- 6) список использованной литературы;
- 7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата). Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание.

### **Рекомендуемая тематика рефератов (докладов) по курсу:**

1. Основные положения системного анализа.
2. Основные этапы экономико-математического моделирования.
3. Основные этапы и математические методы, применяемые в моделировании режимов систем энергоснабжения.
4. Основные понятия оптимизации систем энергоснабжения.
5. Этапы поиска оптимального решения систем энергоснабжения.
6. Линейные оптимизационные задачи
7. Математический аппарат оптимального энергоснабжения
8. Распределительный метод получения оптимального решения
9. Метод потенциалов для получения оптимального решения
10. Учет пропускной способности линий при получении оптимального решения
11. Транспортная матрица с учетом пропускной способности линий
12. Оптимальная схема энергетической сети с учетом ее пропускной способности.
13. Математическая модель соревнования двух игроков.
14. Математическая модель перестройки в организации.
15. Математическая модель многоступенчатого управления организацией
16. Жёсткие математические модели – путь к ошибочным предсказаниям
17. Оптимизация демпфированного силового сетевого фильтра
18. Оптимизация величины ёмкости конденсатора в защитной цепи
19. Оптимизация величины напряжения сети, охватывающей заданную площадь размещения потребителей
20. Оптимизация величины напряжения линии в зависимости от её длины и мощности нагрузки

21. Оптимизация величины напряжения питания жилого частного дома
22. Оптимизация величины мощности электродвигателя насоса
23. Оптимизация величины мощности электродвигателя вентилятора
24. Оптимальное согласование источника и электроприёмника
25. Оптимизация режима пуска асинхронного двигателя.
26. Оптимальное согласование источника электроэнергии и теплонагревателя
27. Минимизация мощности потерь в электрической сети
28. Минимизация мощности потерь в тепловой сети
29. Оптимальные по точности измерения тока
30. Оптимальные по точности измерения напряжения
31. Оптимальные по точности измерения мощности
32. Оптимальные по точности измерения электроэнергии
33. Оптимальные по точности измерения количества тепла
34. Оптимизация величины мощности одиночной электростанции
35. Оптимизация величины мощности одиночной котельной
36. Оптимизация количества электростанций на данной территории
37. Оптимизация количества инженеров – электриков на данной территории
38. Оптимизация количества солнечных электростанций на территории данной площади
39. Доказать преимущество замкнутой сети по сравнению с разомкнутой
40. Какова должна быть оптимальная точность измерения электроэнергии в бытовой электрической сети

### **7.3.3 Пример теста**

1. Техническая система автоматизации должна
  1. состоять из связанных технических элементов
  2. состоять из несвязанных технических элементов
  3. состоять из связанных механически элементов
  4. состоять из связанных механически технических элементов
2. Какова последовательность принятия решений при управлении сложными системами
  1. анализ проблемы, выявление закономерности, формулировка критерия, поиск алгоритма;
  2. анализ проблемы, выявление закономерностей, формулировка критерия, поиск алгоритма;
  3. анализ проблемы, выявление закономерностей, формулировка критерия;

- риев, поиск алгоритма;
4. анализ проблемы, выявление закономерностей, формулировка критериев, поиск алгоритмов;
3. Какая модель называется математической моделью явления
1. математическая формула
  2. математическая формула и её описание
  3. математическая формула и описание явления
  4. графическое описание явления
4. Какая модель называется «жёсткой» математической моделью явления
1. в уравнениях которой имеются постоянные коэффициенты
  2. в уравнениях которой имеются переменные коэффициенты
  3. в уравнениях которой имеются и постоянные, и переменные коэффициенты
  4. в уравнениях которой имеются коэффициенты, являющиеся функциями
5. Какая модель называется «мягкой» математической моделью явления
1. в уравнениях которой имеются постоянные коэффициенты
  2. в уравнениях которой имеются переменные коэффициенты
  3. в уравнениях которой имеются и постоянные, и переменные коэффициенты
  4. в уравнениях которой имеются коэффициенты, являющиеся функциями
6. Какая модель называется физической моделью объекта
1. повторяющая основные параметры объекта в соответствующих масштабах
  2. повторяющая основные параметры объекта в соответствующем масштабе
  3. повторяющая все параметры объекта в соответствующих масштабах
  4. повторяющая все параметры объекта в соответствующем масштабе
7. Какая модель называется физической моделью явления
1. повторяющая основные показатели процесса явления в соответствующих масштабах
  2. повторяющая основные показатели процесса явления в соответствующем масштабе
  3. повторяющая все показатели процесса явления в соответствующих масштабах
  4. повторяющая все показатели процесса явления в соответствующем масштабе
8. Научная проблема - это

1. результат возникновения факта, необъясняемого существующей теорией
  2. результат возникновения факта, объясняемого существующей теорией
  3. результат возникновения факта, необъясняемого теорией относительности
  4. результат возникновения факта, объясняемого только теорией относительности
9. Для формализации проблемы
1. необходимы функционал, функции, уравнения, неравенства
  2. необходимы функционал, функции, тождества, неравенства
  3. необходимы функционал, функция, уравнения, неравенства
  4. необходимы функционал, функции, тождество, неравенство
10. Задачи оптимизации состоят в следующем
1. выбрать параметр объекта, отражающий минимум затрат при известных стоимостях материальных и эксплуатационных;
  2. выбрать параметр объекта, отражающий максимум затрат при известных стоимостях материальных и эксплуатационных;
  3. выбрать параметр объекта, отражающий минимум затрат при неизвестных стоимостях материальных и эксплуатационных;
  4. выбрать параметр объекта, отражающий максимум затрат при неизвестных стоимостях материальных и эксплуатационных;
11. Задачи оптимизации состоят в следующем
1. выбрать параметр объекта, отражающий максимум эффекта при постоянном ресурсе;
  2. выбрать параметр объекта, отражающий максимум эффекта при максимальном ресурсе;
  3. выбрать параметр объекта, отражающий максимум эффекта при минимальном ресурсе;
  4. выбрать параметр объекта, отражающий минимум эффекта при минимальном ресурсе.
12. Основные этапы решения оптимизационных задач
1. выбор области нахождения функционала, формулировка критерия, определение подходящей функции, ограничения, поиск экстремума;
  2. выбор области нахождения функционала, определение подходящей функции, формулировка критерия, ограничения, поиск экстремума;
  3. определение подходящей функции, выбор области нахождения функционала, формулировка критерия, ограничения, поиск экстремума;
  4. выбор области нахождения функционала, ограничения, формулировка критерия, определение подходящей функции, поиск экстремума.

13. Теорема Снелла -

1. решение первой оптимизационной задачи;
2. постановка первой оптимизационной задачи;
3. формулировка принципа Декарта
4. принцип наименьшего действия

14. Линейное программирование -

1. набор алгоритмов сведения линейного уравнения с 3-мя и более переменными к линейному уравнению с двумя переменными на плоскости с критерием минимизации квадратичной функции;
2. набор алгоритмов сведения линейного уравнения с 3-мя и более переменными к нелинейному уравнению с двумя переменными на плоскости с критерием минимизации квадратичной функции;
3. набор алгоритмов сведения линейного уравнения с 3-мя и более переменными к линейному уравнению с двумя переменными на плоскости с критерием минимизации кубической функции;
4. набор алгоритмов сведения линейного уравнения с 3-мя и более переменными к линейному уравнению с тремя переменными на плоскости с критерием минимизации квадратичной функции;

15. Математические модели Ланкастера -

1. модели борьбы двух противников;
2. модели борьбы трёх противников;
3. модели борьбы четырёх противников;
4. модели борьбы шести противников;

16. Математическая модель Мальтуса

1. модель описывает рост населения Земли
2. модель описывает рост населения Европы
3. модель описывает рост населения Азии
4. модель описывает рост населения Америки

17. Математическая логистическая модель

1. удовлетворительно описывает явление насыщения
2. удовлетворительно описывает явление с экстремумом
3. удовлетворительно описывает явление с двумя экстремумами
4. удовлетворительно описывает явление «падения с горы»

18. Оптимизация выбора конденсаторной установки основана на математической модели

1. описывающей явление насыщения
2. описывающей явление с экстремумом
3. описывающей явление с двумя экстремумами
4. описывающей явление «падения с горы»

19. Оптимизационный режим -

1. конкретные показатели работы установки по данному критерию минимизируют энергопотребление установки
2. конкретные показатели работы установки по данному критерию минимизируют массу установки
3. конкретные показатели работы установки по данному критерию минимизируют объём установки
4. конкретные показатели работы установки по данному критерию минимизируют стоимость установки

20. Выбор оптимального сечения проводника электрической ветви требует знания

1. стоимостей проводникового материала и электроэнергии;
2. стоимостей проводникового материала и опор линии электропередачи;
3. стоимостей изоляционного материала и электроэнергии;
4. стоимостей изоляционного материала и опор линии электропередачи.

**7.3.4 Вопросы на зачет с оценкой:**

1. Понятие системы. Основные определения, классификации, свойства систем.
2. Сущность и содержание системного подхода. Методология и процедуры реализации системного подхода.
3. Характеристика оптимизационных задач.
4. Системная прикладная задача: формальное и неформальное описание. Методологическая схема постановки системной прикладной задачи.
5. Однокритериальные и многокритериальные задачи. Теорема Снелла, - первая оптимизационная задача.
6. Поискные методы оптимизации.
7. Классификация моделей. Виды моделей, формы моделирования. Этапы построения и исследования моделей. Основные этапы решения задач.
8. Методы оптимизации с использованием производных.
9. Адекватность и точность моделей: основные понятия и определения, источники ошибок, определение точности результатов моделирования.
10. Формализованное представление и теоретические задачи исследования объектов системного анализа.
11. Условия и факторы качества управленческих решений.
12. Модели процесса принятия решения.
13. Этапы процесса разработки управленческого решения.
14. Методология разработки управленческого решения.
15. Целевая ориентация управленческих решений.
16. Экстремум целевой функции или функционала.

17. Оптимизация выбора силового трансформатора.
18. Принятие решений в условиях определенности.
19. Приемы разработок и выбора управленческих решений в условиях неопределенности и риска.
20. Принятие решений при условии стохастической неопределенности.
21. Основные понятия оптимизации: решение, множество возможных решений, оптимальное решение, показатель эффективности.
22. Основные принципы построения моделей. Виды моделей.
23. Формы записи задачи линейного программирования и ее экономическая интерпретация.
24. Понятие решения задачи математического программирования.
25. Типы задач линейного программирования.
26. Линейное и нелинейное программирование.
27. Транспортная задача. Метод потенциалов при решении транспортной задачи.
28. Графическое решение задачи линейного программирования.
29. Оптимизация затрат на схему электрической (тепловой) сети, состоящей из линий передачи, связывающих узлы источников питания с узлами потребителей.
30. Оптимальная схема энергетической сети с учетом ее структуры и пропускной способности.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль освоения дисциплины Б1.В.05 «Оптимизация систем энерго-снабжения» проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация студентов». Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов/тем дисциплины. Текущий контроль проводится как контроль тематический (по итогам изучения определенных тем дисциплины) и рубежный (контроль определенного раздела или нескольких разделов, перед тем, как приступить к изучению очередной части учебного материала).

Опубликованные методические материалы, определяющие процедуры оценки знаний, умений и навыков: Оськин С.В. Методические рекомендации по процедуре оценивания знаний, навыков, умений и опыта деятельности, на этапах формирования компетенций.- КубГАУ.- Краснодар, 2014.- 34 с. —

### 7.4.1 Критерии оценки реферата

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

**Оценка «отлично»** — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

**Оценка «хорошо»** — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

**Оценка «удовлетворительно»** — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

**Оценка «неудовлетворительно»** — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

### 7.4.2 Критерии оценки знаний и умений обучающихся при выступлении с докладом

Показатель	Градация	Баллы
Соответствие доклада заявленной теме, цели и задачам проекта	соответствует полностью	2
	есть несоответствия (отступления)	1
	в основном не соответствует	0
Структурированность (организация) доклада, которая обеспечивает понимание его содержания	структурировано, обеспечивает	2
	структурировано, не обеспечивает	1
	не структурировано, не обеспечивает	0
Культура выступления – чтение с листа или рассказ, обращённый к аудитории	рассказ без обращения к тексту	2
	рассказ с обращением к тексту	1
	чтение с листа	0
Доступность доклада о содержании проекта, его целях, задачах, методах и результатах	доступно без уточняющих вопросов	2
	доступно с уточняющими вопросами	1
	недоступно с уточняющими вопросами	0
Целесообразность, инструментальность, наглядности, уровень её использования	Целесообразна	2
	целесообразность сомнительна	1
	не целесообразна	0
Соблюдение временного регла-	соблюдён (не превышен)	2

мента доклада (не более 7 минут)	превышение без замечания	1
	превышение с замечанием	0
Чёткость и полнота ответов на дополнительные вопросы по существу доклада	все ответы чёткие, полные	2
	некоторые ответы нечёткие	1
	все ответы нечёткие/неполные	0
Владение специальной терминологией по теме проекта, использованной в докладе	владеет свободно	2
	иногда был неточен, ошибался	1
	не владеет	0
Культура дискуссии – умение понять собеседника и аргументировано ответить на его вопросы	ответил на все вопросы	2
	ответил на большую часть вопросов	1
	не ответил на большую часть вопросов	0

### **Шкала оценки знаний обучающихся при выступлении с докладом:**

Оценка «отлично» – 15-18 баллов.

Оценка «хорошо» – 13-14 баллов.

Оценка «удовлетворительно» – 9-12 баллов.

Оценка «неудовлетворительно» – 0-8 баллов.

### **7.4.3 Критерии оценки расчётно-графической работы**

**Оценка «5» (отлично):** во введении приводится обоснование выбора конкретной темы, полностью раскрыта актуальность её в научной отрасли, чётко определены грамотно поставлены задачи и цель курсовой работы. Основная часть работы демонстрирует большое количество прочитанных автором технической литературы. В ней содержатся основные термины адекватно использованы. Критически прочитаны источники: вся необходимая информация проанализирована, вычленена, логически структурирована. Присутствуют выводы и грамотные обобщения. В заключении сделаны логичные выводы, а собственное отношение выражено чётко.

**Оценка «4» (хорошо):** введении содержит некоторую нечёткость формулировок. В основной её части не всегда проводится критический анализ, отсутствует авторское отношение к изученному материалу. В заключении неадекватно использована терминология, наблюдаются незначительные ошибки в стиле, многие цитаты грамотно оформлены. Допущены незначительные неточности в оформлении библиографии, приложений.

**Оценка «3» (удовлетворительно):** введение содержит лишь попытку обоснования выбора темы и актуальности, отсутствуют чёткие формулировки. Расплывчато определены задачи и цели. Основное содержание — пересказ чужих идей, нарушена логика изложения, автор попытался сформулировать выводы. В заключении автор попытался сделать обобщения, собственного отношения к работе практически не проявил. В приложении допущено несколько грубых ошибок. Не выдержан стиль требуемого академического письма по проекту в целом, часто неверно употребляются научные термины, ссылки оформлены неграмотно, наблюдается плагиат.

**Оценка «2»** (не зачтено): введение не содержит обоснования темы, нет актуализации темы. Не обозначены и цели, задачи проекта. Скупое основное содержание указывает на недостаточное число прочитанной технической литературы. Внутренняя логика всего изложения проекта слабая. Нет критического осмысления прочитанного, как и собственного мнения. Нет обобщений, выводов. Заключение таковым не является. В нём не приведены грамотные выводы. Приложения либо вовсе нет, либо оно недостаточно. По оформлению наблюдается ряд недочётов: не соблюдены основные требования ГОСТ, а библиография с приложениями содержат много ошибок.

#### **7.4.4 Критерии оценки на тестировании.**

К тестированию допускаются студенты, которые не имеют задолженностей. Тестирование производится в аудитории 205 кафедры «Применения электрической энергии», которая оснащена компьютерами. На кафедре создана база данных с тестами. По типу, предлагаемые студентам тесты являются тестами с одним правильным ответом. Время, отводимое на написание теста, не должно быть меньше 30 минут для тестов, состоящих из 20 тестовых заданий и 60 мин. для тестов из 40 тестовых заданий написания теста.

**Оценка «отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

**Оценка «хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

#### **7.4.5 Критерии оценки на зачёте с оценкой**

**Оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной

литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8 Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Оптимизации систем энергоснабжения: Учебное пособие для вузов. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 140 с. (Б/ц 25 экземпляров)

2. Авдюнин, Е.Г. Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок: учебник / Е.Г. Авдюнин. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 184 с. - ISBN 978-5-9729-0297-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053402>

3. Аттетков, А. В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. -Москва: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013.-270 с.: ил.; - (Высшее образование: Бакалавриат).ISBN 978-5-369-01037-2. -Текст:электронный. -URL: <https://znanium.com/catalog/product/350985>

### Дополнительная литература:

1. Бардаков, В. Г. **Методы оптимальных решений** [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Эконом.фак.; авт.-сост.: В.Г. Бардаков, О.В. Мамонов. - Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. - 230 с.: ил. - ISBN 978-5-4437-0061-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515891>

2. Пижурин, А. А. **Методы и средства научных исследований** : учебник / А.А. Пижурин, А.А. Пижурин (мл.), В.Е. Пятков. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 264 с. - [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://znanium.com>]. - (Высшее образование:Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102715-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/937995>

3. Математическое моделирование и проектирование : учеб.пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин ; под ред. А.С. Коломейченко. - Москва :ИНФРА-М, 2018. - 181 с. - (Высшее образование: Магистратура). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_59688803c3cb35.15568286](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59688803c3cb35.15568286). - ISBN 978-5-16-105985-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/884599>

4. Пантелеев, В. И. **Многоцелевая оптимизация и автоматизированное проектирование управления качеством электроснабжения в электроэнергетических системах** [Электронный ресурс] : монография / В. И. Пантелеев, Л. Ф. Поддубных. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2009. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-1924-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/442973>

5.Федотов А.В. Основы теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Федотов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2012.— 279 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37832>.— ЭБС «IPRbooks» URL: <https://znanium.com/catalog/product/516366>

### 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

#### Перечень электронно-библиотечных систем:

№	Наименование	Тематика	Ссылка
1	Znanium.com	Универсальная	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
2	IPRbook	Универсальная	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
3	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	<a href="https://edu.kubsau.ru/">https://edu.kubsau.ru/</a>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Оптимизации систем энергоснабжения: Учебное пособие для вузов. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 140 с. (Б/ц 25 экземпляров)

2. Оськин С.В. Методические рекомендации по процедуре оценивания знаний, навыков, умений и опыта деятельности, на этапах формирования компетенций.- КубГАУ.- Краснодар, 2014.- 34 с. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/8d1/8d16a59faa1f2e97e7383a8c3c81c739.pdf>

3. Кудряков А.Г., Кучеренко Д.Е., Тропин В.В. «Оптимальная компенсация реактивной мощности в распределительной сети по критерию минимума материальных затрат»: Методические рекомендации по выполнению расчётно-графической работы для студентов магистратуры направления 35.04.06 «Агроинженерия» по курсу «Оптимизация систем энергоснабжения». – Краснодар: КубГАУ. 2019. – 18 с.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

### **11.1 Перечень лицензионного ПО**

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Краткое описание</b>
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений

### **11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Тематика</b>	<b>Электронный адрес</b>
1	Гарант	Правовая	<a href="https://www.garant.ru/">https://www.garant.ru/</a>
2	Консультант	Правовая	<a href="https://www.consultant.ru/">https://www.consultant.ru/</a>

3	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
---	---	---------------	---

### 11.3 Доступ к сети Интернет

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Оптимизация систем энергоснабжения	<p>Помещение №207 ЭЛ, посадочных мест — 28; площадь — 85,8кв.м; учебная аудитория для проведения учебных занятий . сплит-система — 1 шт.; специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office.</p> <p>Помещение №205 ЭЛ, посадочных мест — 28; площадь — 87,3кв.м; помещение для самостоятельной работы обучающихся.</p> <p>технические средства обучения (принтер — 1 шт.; экран — 1 шт.; сетевое оборудование — 1 шт.; компьютер персональный — 14 шт.); Доступ к сети «Интернет»;</p> <p>Доступ в электронную образовательную среду университета;</p> <p>программное обеспечение: Windows, Office COMPAS-3D специализированная мебель(учебная мебель).</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13