

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем

Кафедра электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета _____ Тарасенко О.В.
_____ 2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения
предприятий и городов»**

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Магистерская программа: «Оптимизация развивающихся систем
электроснабжения»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. – 19 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 147.

СОСТАВИТЕЛЬ:

докт. техн. наук, профессор Захарчук А.С.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики «04» апреля 2023 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой электроэнергетики  Половинка Д.В.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем «18» апреля 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1. Целью изучения дисциплины «Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов» является:

1. Овладение обучающимися знаниями в области оптимизации систем электроснабжения.

2. Способность самостоятельно находить оптимальные варианты при решении задач проектирования и выбора элементов и конструкций систем электроснабжения.

3. Овладение основными критериями и методиками, которые используются для решения задач развития и функционирования систем электроснабжения.

1.2. Основной задачей данной дисциплины является

- овладение методами оптимального проектирования и эксплуатации электроснабжения предприятий и городов, а также методами прогнозирования и планирования в энергосистемах.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Дисциплина «Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов» относится к базовому профессиональному циклу дисциплин и является обязательной при освоении ООП по направлению 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются

знания:

- методов линейного программирования для решения оптимизационных задач для систем электроснабжения и электроэнергетических систем (ЭЭС),

- методов нелинейного программирования для решения оптимизационных задач ЭЭС,

- критериев оптимизации при решении режимных задач,

- принципов решения задачи распределения активной нагрузки между электростанциями,

- принципов решения многокритериальных задач,

- принципов решения задачи оптимизации состава работающих агрегатов в энергосистеме;

умения:

- применять методы оптимизации режимов работы электроэнергетических систем;

- оптимизировать конфигурацию электрических сетей для электроснабжения предприятий и городов;

- строить эквивалентные энергетические характеристики источников электропитания (электростанций);

навыки:

- расчета режимов работы систем электроснабжения предприятий, городов и электроэнергетических систем;

- решения задач оптимального распределения нагрузок в энергосистеме с применением методов решения оптимизационных задач.

Содержание дисциплины «Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов» является логическим продолжением содержания дисциплин профессионального цикла, основывается на базе дисциплин бакалавриата: «Математические задачи электроэнергетики», «Проектирование систем электроснабжения», «Электрическая часть электростанций и подстанций», «Электроэнергетические сети и системы». Является основой для изучения следующих дисциплин: «Автоматизированные системы управления электроснабжением», «Оптимизация структур и параметров систем электроснабжения».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: устройства и принципы работы объектов профессиональной деятельности ПК-2.2. Уметь: выполнять разработку и анализ вариантов решения проблемы; находить оптимальное решение проблемы ПК-2.3. Владеть: навыками реализации проекта; оценивать технико-экономическую эффективность проекта	знать: - общую постановку и классификацию оптимизационных задач - методы линейного программирования для решения оптимизационных задач ЭЭС - методы нелинейного программирования для решения оптимизационных задач ЭЭС - критерии оптимизации при решении режимных задач; - принципы решения задачи распределения активной нагрузки между электростанциями; - принцип решения многокритериальных задач; - принцип решения задачи оптимизации состава работающих агрегатов в энергосистеме;
		уметь: - применять методы оптимизации режимов работы электроэнергетических систем; - оптимизировать конфигурацию электрических сетей; - строить эквивалентные энергетические характеристики электростанций;
		владеть: - навыками расчета режимов электроэнергетических систем; - навыками решения задач оптимального распределения нагрузок в энергосистеме с применением методов решения оптимизационных задач.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)	216 (6 зач. ед)	216 (6 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	112		30
Лекции	42		14
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	-		-
Лабораторные работы	56		16
Самостоятельная работа студента (всего) в том числе:	118		186
Курсовая работа (курсовой проект)	36		36
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-		-
Форма аттестации	экзамен	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Лекция 1. Основы оптимального регулирования режимов

Характеристики устройств для регулирования режима в сети по уровням напряжения, оптимизация режима сети по уровням напряжения и реактивной мощности, математическая формулировка задачи, методы ее решения. Задачи оптимизации, перспективное проектирование электроэнергетических систем.

Лекция 2. Регулирование частоты и активной мощности

Баланс активной мощности в энергосистеме и его связь с частотой. Характеристики регуляторов скорости вращения турбин. Регулирование частоты в энергосистеме. Реализация распределения нагрузки при эксплуатации электростанций и энергосистем.

Лекция 3. Оптимизация распределения нагрузки энергосистем

Исходная информация для решения задачи оптимизации режимов. Метод неопределенных множителей Лагранжа, алгоритм расчета. Постановка задачи распределения активной нагрузки между ТЭС, система допущений, формула потерь в сетях, допущения. Оптимизация режима системы при наличии ГЭС, математическая формулировка задачи оптимального распределения нагрузок между станциями в такой системе. Распределение нагрузки при переменном напоре ГЭС. Рас-

пределение реактивных нагрузок. Возможность отдельного решения задачи оптимизации режима по активной и реактивной мощности. Упрощенный алгоритм комплексной оптимизации режима энергосистемы. Распределение нагрузки между агрегатами электростанций.

Лекция 4. Характеристики электростанций

Построение эквивалентных характеристик станции при заданном составе агрегатов. Особенности использования расходных характеристик ТЭЦ. Исправление характеристик относительных приростов.

Лекция 5. Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы

Характеристика задачи выбора состава агрегатов, декомпозиция задачи. Внутростанционная оптимизация режимов. Выбор состава агрегатов в тепловой энергосистеме. Внутростанционная оптимизация режима ГЭС. Упрощенные методы управления агрегатами ГЭС.

Лекция 6. Оптимизация режимов распределительных сетей

Оптимизация выбора мощности устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ). Оптимизация очередности ввода УКРМ в сложных сетях. Оптимизация законов регулирования напряжения в центрах питания. Оптимизация мест размыкания в замкнутых сетях. Оптимизация трасс кабельных ЛЭП, Симметрирование нагрузок в сетях 0,4 кВ.

4.3. Лекции

№ п/п	Тема	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Основы оптимального регулирования режимов	4		2
2	Регулирование частоты и активной мощности	4		
3	Оптимизация распределения нагрузки энергосистем	6		4
4	Характеристики электростанций	4		2
5.	Внутростанционная оптимизация режима ТЭС	6		
6	Внутростанционная оптимизация режима ГЭС	6		
7	Долгосрочное планирование балансов мощности и выработки электроэнергии в системе	6		
8	Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы	6		4
Итого:		42		14

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Оптимизация расположения питающих подстанций промышленного предприятия	8		2
2	Оптимизация напряжения в электрической сети 110/10 кВ	8		2
3	Оптимизация напряжения в передающих и системообразующих электрических сетях	10		2
4	Оптимизация режима неоднородной электрической сети	10		
5	Оптимальное распределение активной мощности в теплоэнергетической системе	10		2
6	Оптимизация энергоэффективности работы электрооборудования	10		2
Итого:		56		10

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

Распределение времени на самостоятельную работу студентов для изучения дисциплины

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Подготовка к практическим занятиям	30		6
2	Подготовка к экзамену	28		18
3	Выполнение курсового проекта	60		60
4	Изучение теоретического материала (для заочников)	-		40
Итого:		118		186

4.7. Курсовая работа.

Тема курсовой работы: Оптимизация электроснабжения промышленного предприятия.

Исходные данные для выполнения курсовой работы

№ варианта	Суммарная активная нагрузка предприятия со стороны высшего напряжения ГПП, кВт	Суммарная реактивная нагрузка предприятия со стороны высшего напряжения ГПП, кВАр	Суммарная активная нагрузка цехов предприятия без синхронных двигателей, кВт	Суммарная реактивная нагрузка цехов предприятия без синхронных двигателей, кВАр	Синхронная нагрузка на ВН, кВт	Длина питающей линии, км	Активная нагрузка цеха, кВт	Реактивная нагрузка цеха, кВАр	Отрасль промышленности
1.	3000	1680	2400	1580	600	10	175	88	Черная металлургия
2.	3250	1820	2600	1720	650	9	190	96	Цветная металлургия
3.	3500	1960	2800	1850	700	8	204	103	Автомобильн. промышл.
4.	3750	2100	3000	1980	750	7	219	110	Тяжелое машиностроение
5.	4000	2240	3200	2100	800	6	234	117	Станкостроение
6.	4250	2380	3400	2250	850	5	248	126	Транс. машиностроение
7.	4500	2520	3600	2380	900	4	262	133	Ремонтно- мех. предприятие
8.	4750	2660	3800	2500	950	3	277	140	Химическая отрасль
9.	5000	2800	4000	2640	1000	10	292	147	Нефтепереработка
10.	5250	2940	4200	2770	1050	9	306	155	Машиностроение
11.	5500	3080	4400	2900	1100	8	321	162	Черная металлургия
12.	5750	3220	5600	3700	1150	7	409	207	Цветная металлургия
13.	6000	3360	4800	3170	1200	6	350	177	Автомобильн. промышл.
14.	6250	3500	5000	3300	1250	5	365	184	Тяжелое машиностроение
15.	6500	3640	5200	3430	1300	4	380	192	Станкостроение
16.	6750	3780	5400	3560	1350	3	394	199,	Транс. машиностроение
17.	7000	3920	5600	3700	1400	10	409	207,	Ремонтно- мех. предприятие
18.	7250	4060	5800	3830	1450	9	423	214	Химическая отрасль
19.	7500	4200	6000	3960	1500	8	438	222	Нефтепереработка
20.	7750	4340	6200	4100	1550	7	452	230	Машиностроение
21.	8000	4480	6400	4220	1600	6	467	236	Черная металлургия
22.	8250	4620	6600	4360	1650	5	482	244	Цветная металлургия
23.	8500	4760	6800	4490	1700	4	496	251	Автомобильн. промышл.
24.	8750	4900	7000	4620	1750	3	511	258	Тяжелое машиностроение
25.	9000	5040	7200	4750	1800	10	525	266	Станкостроение
26.	9250	5180	7400	4880	1850	9	540	273	Транс. машиностроение
27.	9500	5320	7600	5020	1900	8	554	281	Ремонтно- мех. предприятие
28.	9750	5460	7800	5150	1950	7	569	288	Химическая отрасль
29.	10000	5600	8000	5280	2000	6	584	295	Нефтепереработка
30.	10250	5740	8200	5410	2050	5	598	302	Машиностроение

Содержание курсового проекта

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ ГПП И НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАЮЩЕЙ ЛИНИИ ПРЕДПРИЯТИЯ			
1.1.	Выбор напряжения питающей линии ГПП предприятия	2		2
1.2	Расчет по суточному графику нагрузки	2		2
1.3	Выбор номинальной мощности трансформаторов ГПП по графику нагрузки	2		2
1.4	Проверка возможности перегрузки выбранных трансформаторов работать с перегрузкой по заданному графику нагрузки	2		2
1.5	Составление схемы внешнего электроснабжения и ГПП	2		2
1.6	Оптимальный режим работы трансформаторов	2		2
1.7	Распределение нагрузок между параллельно работающими трансформаторами	2		2
1.8	Выбор сечения проводов ВЛЭП 35 и 110 кВ	2		2
1.9	Определение суммарных приведенных затрат на сооружение воздушной ЛЭП	2		2
1.10	Определение суммарных приведенных затрат на установку оборудования	4		4
1.11	Выбор оптимального варианта питающего напряжения ГПП	2		2
2.	ОПТИМИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ			
2.1	Расчет реактивной мощности, поставляемой энергосистемой предприятию, определение вариантов суммарной мощности компенсирующих устройств на стороне 0,4 кВ	4		4
2.2	Технико-экономическое сравнение вариантов компенсации реактивной мощности	4		4
2.3	Распределение мощности батарей конденсаторов по узлам нагрузки сети напряжением 0,4 кВ	4		4
Итого:		36		36

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие, а именно, каждый студент получает свое индивидуальное задание к выполнению курсового проекта, что позволяет мотивировать каждого студента на самостоятельную работу.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Филиппова Т.А., Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: учебник / Филиппова Т.А. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. - 356 с. - ISBN 978-5-7782-2743-9 - Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227439.html>

б) дополнительная литература:

2. Оптимизация в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Русина А.Г., Сидоркин Ю.М., Лыкин А.В., Арестова А.Ю., Бородин Д.Н. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015.-286 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226340.html>

в) методические указания

1. Конспект лекций по дисциплине " Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов " / Сост. А.С. Захарчук. - Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля, 2017. 69 с.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине " Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов_" / Сост.: А.С. Захарчук - Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля, 2017. - 37с

3. Методические указания к самостоятельной работе (курсовому проекту) по дисциплине " Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов " / Сост.: А.С. Захарчук, - Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля; 2017. - 45с.

Интернет-ресурсы:

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Практические занятия: компьютерный класс (ауд. 109, 1 корп.)

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет для проведения практических занятий.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Файл-менеджер	FarManager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения
предприятий и городов»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций
на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Пороговый	Знать: - общую постановку и классификацию оптимизационных задач - методы линейного программирования для решения оптимизационных задач ЭЭС - методы нелинейного программирования для решения оптимизационных задач ЭЭС - критерии оптимизации при решении режимных задач; - принципы решения задачи распределения активной нагрузки между электростанциями; - принцип решения многокритериальных задач; - принцип решения задачи оптимизации состава работающих агрегатов в энергосистеме.
Основной		Базовый	уметь: - применять методы оптимизации режимов работы электроэнергетических систем; - оптимизировать конфигурацию электрических сетей; - строить эквивалентные энергетические характеристики электростанций.
Заключительный		Высокий	владеть: - навыками расчета режимов электроэнергетических систем; - навыками решения задач оптимального распределения нагрузок в энергосистеме с применением методов решения оптимизационных задач.

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно
1	ПК-2	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-2.1. Знать: устройства и принципы работы объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-2.2. Уметь: выполнять разработку и анализ вариантов решения проблемы; находить оптимальное решение проблемы</p> <p>ПК-2.3. Владеть: навыками реализации проекта; оценивать технико-экономическую эффективность проекта</p>	Тема 1. Основы оптимального регулирования режимов	2/2
				Тема 2. Регулирование частоты и активной мощности	2/2
				Тема 3. Оптимизация распределения нагрузки энергосистем	2/2
				Тема 4. Характеристики электростанций	2/2
				Тема 5. Внутростанционная оптимизация режима ТЭС	2/2
				Тема 6. Внутростанционная оптимизация режима ГЭС	2/2
				Тема 7. Долгосрочное планирование балансов мощности и выработки электроэнергии в системе	2/2
				Тема 8. Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы	2/2

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1. 1.	ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: устройства и принципы работы объектов профессиональной деятельности.	знать: прогнозирование электропотребления и мощности при перспективном планировании развития энергетики; ранговые модели структурного моделирования и прогнозирования мощностей сетевой компании; учет риска при прогнозировании.	Тема 1. Основы оптимального регулирования режимов. Тема 2. Регулирование частоты и активной мощности. Тема 3. Оптимизация распределения нагрузки энергосистем. Тема 4. Характеристики электростанций.	тестовые задания к практическим занятиям
ПК-2.2. Уметь: выполнять разработку и анализ вариантов решения проблемы; находить оптимальное решение проблемы.		уметь: составить математическую модель прогнозирования и оптимизации энергетических систем; составить модель прогнозирования электропотребления при текущем планировании; произвести оценку рисков.	Тема 5. Внутростанционная оптимизация режима ТЭС. Тема 6. Внутростанционная оптимизация режима ГЭС. Тема 7. Долгосрочное планирование балансов мощности и выработки электроэнергии в системе. Тема 8. Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы.	тестовые задания к практическим занятиям	
ПК-2.3. Владеть: навыками реализации проекта; оценивать технико-экономическую эффективность проекта.		владеть: методами прогнозирования электропотребления при текущем планировании; методикой определения факторов риска прогноза электропотребления.			

Тестовые задания к практическим занятиям по дисциплине «Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов»

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Оптимизация проектирования и эксплуатации систем электроснабжения предприятий и городов» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня. Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических знаний у студента по данной дисциплине. Вопросы базового уровня позволяют определить у студентов знания методов линейного программирования для решения оптимизационных задач для систем электроснабжения и электроэнергетических систем (ЭЭС), методов нелинейного программирования для решения оптимизационных задач ЭЭС, критериев оптимизации при решении режимных задач, принципов решения задачи распределения активной нагрузки между электростанциями, принципов решения многокритериальных задач, принципов решения задачи оптимизации состава работающих агрегатов в энергосистеме. Вопросы высокого уровня диагностируют умение применять методы оптимизации режимов работы электроэнергетических систем, оптимизировать конфигурацию электрических сетей для электроснабжения предприятий и городов, строить эквивалентные энергетические характеристики источников электропитания (электростанций) и владение навыками расчета режимов работы систем электроснабжения предприятий, городов и электроэнергетических систем, решения задач оптимального распределения нагрузок в энергосистеме с применением методов решения оптимизационных задач.

Тестовые вопросы к практическим занятиям:

Практическое занятие №1

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПИТАЮЩИХ ПОДСТАНЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Как построить картограмму нагрузок на ситуационном плане предприятия?
2. Как определить условный центр электрических нагрузок на плане?
3. Как определить зону рассеяния центра электрических нагрузок?

Практическое занятие №2

ОПТИМИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 110/10 кВ

1. Методы регулирования напряжения в электрических сетях энергосистем.
2. Принципы регулирования напряжения в электрических сетях и области их применения.
3. Пояснить принцип встречного регулирования напряжения. Почему в режиме максимальных нагрузок напряжение на шинах питающей подстанции под-

держивается в зависимости от сети в пределах $(1,05...1,10) U_{ном}$, а в режиме минимальных нагрузок приблизительно равным номинальному напряжению?

4. Нормы установившегося отклонения напряжения δU_y (нормально допустимые и предельно допустимые значения) на выводах приемников электрической энергии.

5. Какие требования предъявляются к уровням напряжения у оборудования питающих и распределительных электрических сетей?

6. В какой из обмоток устанавливается устройство регулирования напряжения РПН в двухобмоточных трансформаторах и почему?

7. Какие компенсирующие устройства используются для регулирования напряжения в электрических сетях 10...100 кВ?

8. В каком месте выгоднее устанавливать компенсирующее устройство на понижающей подстанции: на стороне высокого или низкого напряжения и почему?

9. Как подбирать регулировочные ответвления?

10. Как определить требования к диапазону изменения напряжения на шинах питающей подстанции?

11. В чем особенности регулирования напряжения в послеаварийном режиме?

Практическое занятие №3

ОПТИМИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ПЕРЕДАЮЩИХ И СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

1. Средства и методы регулирования напряжения в передающих и системообразующих электрических сетях.

2. Сравнительная характеристика батарей конденсаторов и синхронных компенсаторов как средств регулирования напряжения в электрических сетях.

3. Каким образом влияет на напряжение включение в ЛЭП шунтирующих реакторов? В каких случаях и в каких сетях применяют шунтирующие реакторы?

4. Какие требования предъявляются к уровням напряжения для оборудования электрических сетей сверхвысокого напряжения?

5. Пояснить последовательность выбора параметров средств регулирования напряжения в сети с несколькими ступенями номинальных напряжений.

6. Как осуществляется регулирование напряжения на шинах подстанций с автотрансформаторами и трехобмоточными трансформаторами?

7. В схеме электрической сети имеется три трансформатора с устройством РПН. С какого трансформатора нужно начать подбор регулировочных ответвлений?

8. Когда «включить» в работу автоматическое регулирование мощности синхронного компенсатора на подстанции 500/220/10 кВ?

Практическое занятие №4

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА НЕОДНОРОДНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

1. Какие мероприятия по снижению потерь электрической энергии применяются в электрических сетях для снижения потерь активной мощности?
2. Какие существуют способы снижения потерь активной мощности в неоднородных электрических сетях? Какие технические средства при этом используются?
3. На перераспределение потоков какой мощности в большей степени оказывает влияние продольное и поперечное регулирование напряжения в неоднородных замкнутых электрических сетях?
4. Можно ли снизить потери мощности простым отключением линии 110 кВ?
5. При каких условиях потери в неоднородной сети будут минимальными?
6. Какие ограничения следует учитывать при оптимизации режима электрической сети?
7. Пояснить способ поиска оптимального режима неоднородной электрической сети.
8. Как найти оптимальное потокораспределение мощностей в схеме замкнутой электрической сети?
9. При выполнении второй части работы, когда находится оптимальное потокораспределение в разомкнутой сети, необходимо ли возвращаться в исходное состояние по регулировочным ответвлениям трансформаторов?
10. Какой шаг в изменении мощностей нагрузок секций шин следует взять?

Практическое занятие №5

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

1. Сущность метода неопределенных множителей Лагранжа для расчета оптимизационных режимов энергосистем.
2. Что представляют собой постоянные множители Лагранжа при отыскании экстремума функции?
3. Что называется удельным приростом затрат агрегата и от чего в данном случае он зависит?
4. Как выглядит критерий оптимального распределения в теплоэнергетической сети по методу неопределенных множителей Лагранжа и что в него входит?
5. Сущность метода штрафных функций при расчете режимов ограничения передаваемой мощности
6. Что такое коэффициент штрафа и от чего он зависит?
7. Требования, предъявляемые к штрафным функциям.
8. Какие ограничения учитываются штрафными функциями?

9. Как выглядит критерий оптимального распределения мощности с учетом штрафных функций и что в него входит?

Практическое занятие №6 **ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ** **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

1. Когда необходимо обследование степени эффективности энергоснабжения на промышленном предприятии?

2. Какие исходные данные (условия) нужны для обследования степени эффективности энергоснабжения на промышленном предприятии?

3. Какие существуют мероприятия по оптимизации энергоснабжения предприятия?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания к практическим занятиям»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5 (отлично)	Ответ на вопрос выполнен на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4 (хорошо)	Ответ на вопрос выполнен на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3 (удовлетворительно)	Ответ на вопрос выполнен на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2 (не удовлетворительно)	Ответ на вопрос выполнен на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Критерии оптимальности в задачах электроснабжения.
2. Оптимизация графиков нагрузки.
3. Рациональные размеры электропотребления в производственных процессах и установках.
4. Управление энергопотреблением при дефиците мощности.
5. Оптимизация работы силовых трансформаторов.
6. Параллельная работа трансформаторов.
7. Оптимизация количества и мощности цеховых ТП.
8. Техничко-экономическое обоснование выбора схем электроснабжения.
9. Алгоритмы поиска оптимальной конфигурации сети.
10. Экономически целесообразное сечение проводов и жил кабелей.
11. Выбор электрооборудования с учетом климатических зон и категории размещения.
12. Выбор высоковольтных выключателей.
13. Выбор автоматических выключателей.
14. Последствия перетока реактивной мощности.
15. Выбор оптимального уровня компенсации реактивной мощности.

16. Регулирование показателей качества напряжения в системах электро-снабжения.
17. Изменение потерь напряжения в сети.
18. Выбор схем электроснабжения для улучшения качества электроэнергии.
19. Технологические потери электроэнергии.
20. Коммерческие потери электроэнергии и пути их снижения.
21. Методы расчета переменных потерь электроэнергии.
22. Методы расчета потерь электроэнергии в электрических сетях 0,4 кВ.
23. Принципы экономичного и рационального использования электроэнергии осветительными установками.
24. Экономическая эффективность улучшения производственных помеще-ний.
25. Экспертиза, диагностика, мониторинг, тренд и испытания как понятия контроля технического состояния оборудования.
26. Формирование базы данных технического состояния объектов.
27. Устойчивость работы асинхронного двигателя.
28. Устойчивость работы синхронного двигателя.
29. Формирование схемы электроснабжения предприятия и режимов ее рабо-ты при использовании мини- ТЭЦ.
30. Алгоритм расчета и подбора мини-ТЭЦ.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («экзамен»)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы