

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт транспорта и логистики
Кафедра автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
транспорта и логистики

 В.В. Быкадоров
(подпись)

« 14 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«Электрооборудование автотранспортных
предприятий»**

Специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
Специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях».

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрооборудование автотранспортных предприятий» по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, 31 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрооборудование автотранспортных предприятий» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11 августа 2020 г. N 935 (с изменениями и дополнениями).

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд.техн.наук, доцент Сметана С.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры автомобильного транспорта «04» 04 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой автомобильного транспорта  Т.Н. Замота

Переутверждена: «__» ____ 20__ г., протокол № ____

Переутверждена: «__» ____ 20__ года, протокол № ____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики «14» 04 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии института транспорта и логистики  Е.И. Иванова.

© Сметана С.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Дала», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

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

Целью изучения дисциплины является формирования у студентов теоретических и практических знаний по базовым основам электроснабжения автотранспортных предприятий, выбора необходимых электропотребителей, способов их размещения в производственных подразделениях с учетом интенсификации и ресурсосбережения производственных процессов.

Задачи:

- изучение состояния, оценка путей и основных форм развития производственно-технической базы (расширение, реконструкция, техническое перевооружение, новое строительство, централизация, кооперация производства);
- освоение методологии выбора систем энергоснабжения и электропотребителей предприятий автомобильного транспорта;
- овладение приемами анализа состояния энергоснабжения и электропотребителей производственно-технической базы действующих предприятий автомобильного транспорта и действующей тарифной системы расчетов;
- привитие навыков принятия рациональных инженерных решений при развитии и совершенствовании производственно-технической базы предприятий автомобильного транспорта.

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

Дисциплина «Электрооборудование автотранспортных предприятий» относится к профессиональному циклу вариативной части, которая формирует специальные знания, умения и навыки будущих специалистов транспорта. Дисциплина «Электрооборудование автотранспортных предприятий» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: Введение в специальность, Электротехника, электроника и электропривод, Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей и служит основой для самостоятельного занятия научно-исследовательской деятельностью студента и написания выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-5. Способен применять инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное	ОПК-5.1. Разработка эффективных и безопасных технических средств и технологий в сфере профессиональной	Знать: - закономерности развития производственно-технической базы АТП и СТО
		Уметь: производить технологический расчет зон обслуживания и ремонта с учетом

программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов	деятельности. ОПК-5.2. Применение методов технического и технико-экономического обоснования разработанных технических решений в профессиональной деятельности. ОПК-5.3. Применение навыков комплексной оценки и выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий при решении задач профессиональной деятельности.	энергопотребителей
		Владеть: навыками применения математического аппарата при решении технологических задач
ПК-3. Способен разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	ПК-3.2. Проведение работ по освоению и внедрению новых технологических процессов и материалов в рамках реализации научно-исследовательских работ при производстве образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. ПК-3.3. Разработка технологического проекта производства новых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования и компонентов.	Знать: показатели эффективности проектирования производственно-технической базы
		Уметь: разрабатывать генеральный план и планировку подразделений технического обслуживания, текущего ремонта, складских помещений и др. с учетом энергопотребителей
		Владеть: умением пользоваться специальной, справочной и нормативно-технической литературой

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач.ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач.ед)	108 (3 зач.ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	64	16
Лекции	32	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	32	8
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного	-	-

процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.)		
Самостоятельная работа студента (всего)	40	92
Итоговая аттестация	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 8

Тема 1. Структура системы производства и распределения электрической энергии.

Тема 2. Основные энергопотребители автотранспортных предприятий.

Тема 3. Электрические нагрузки автотранспортных предприятий.

Тема 4. Методы распределения электрических нагрузок.

Тема 5. Короткие замыкания в электрических сетях. Аппараты защиты.

Тема 6. Выбор и проверка силового электрооборудования.

Тема 7. Безопасность обслуживания электрических установок.

Тема 8. Учет электрической энергии и коммерческие расчеты.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Структура производства и распределения электрической энергии.	4	1
2	Основные энергопотребители автотранспортных предприятий.	4	1
3	Электрические нагрузки автотранспортных предприятий.	4	1
4	Методы распределения электрических нагрузок.	4	1
5	Короткие замыкания в электрических сетях. Аппараты защиты.	4	1
6	Выбор и проверка силового электрооборудования.	4	1
7	Безопасность обслуживания электрических установок.	4	1
8	Учет электрической энергии и коммерческие расчеты.	4	1
Итого:		32	6

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Общая характеристика автопредприятия и потребителей электроэнергии.	5,3	1,33
2	Определение расчетных электрических нагрузок подразделений предприятия.	5,3	1,33
3	Расчет электрического освещения.	5,3	1,33
4	Определение расчетной и сменной нагрузки по подразделениям.	5,3	1,33

5	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.	5,3	1,33
6	Построение центра электрических нагрузок.	5,5	1,33
Итого:		32	8

4.5. Лабораторные работы (программой не предусмотрены)

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Структура производства и распределения электрической энергии.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации	5	16
2	Основные электроприемники автотранспортных предприятий.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	5	16
3	Электрические нагрузки автотранспортных предприятий.	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к текущему и промежуточному контролю.	5	16
4	Методы распределения электрических нагрузок.	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	5	16
5	Короткие замыкания в электрических сетях. Аппараты защиты.	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	5	16
6	Выбор и проверка силового электрооборудования	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю знаний и умений. Самостоятельный поиск источников информации.	5	16
7	Безопасность обслуживания электрических установок.	Самостоятельный поиск источников информации.	5	16
8	Учет электрической энергии и коммерческие расчеты.	Подготовка к практическому занятию и к заключительной аттестации.	5	16
Итого:			40	128

4.7. Курсовая работа (программой не предусмотрена)

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронного конспекта, при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические и лабораторные занятия по дисциплине в следующих формах:

1. Устный опрос.
2. Рецензирование ответов.
3. Письменный контроль.
4. Комбинированный опрос.
5. Контрольные работы.
6. Самоконтроль.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучающихся по данной дисциплине, помещаются в УМКД.

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного/устного зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение практических заданий). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме 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.	зачтено
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.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. - М.: Интернет-инжиниринг, 2005. - 672 с.
2. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 472 с.
3. Правила устройства электроустановок. 7-е издание. - М.: Омега-Л, 2007. НТП-94.
4. Электроснабжение промышленных предприятий. Нормы технологического проектирования. М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1994.
5. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок. - М.: Тяжпромэлектропроект, 1992.
6. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г. Барыбина и др. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.
7. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник / Л.Д. Рожкова. - М.: Academia, 2017. - 160 с.
8. Коломиец, А.П. Электропривод и электрооборудование: Учебник для ВУЗов / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева и др. - М.: КолосС, 2007. - 328 с.

б) дополнительная литература:

1. Алиев, И.И. Электротехника и электрооборудование. Справочник. / И.И. Алиев. - М.: Высшая школа, 2010. - 1199 с.
2. Алиев, И.И. Электротехника и электрооборудование: Справочник: Учебное пособие для вузов / И.И. Алиев. - М.: Высшая школа, 2010. - 1199 с.
3. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - М.: Форум, НИЦ Инфра-М, 2012. - 416 с.
4. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Т.В. Анчарова, Е.Д. Стебунова, М.А. Рашевская. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с.
5. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и

- сооружений: Учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - М.: Форум, 2018. - 192 с.
6. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование.: Учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - М.: Форум, 2015. - 48 с.
7. Волков, В.С. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: Учебник / В.С. Волков. - М.: Academia, 2019. - 320 с.
8. Волков, В.С. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: Учебник / В.С. Волков. - М.: Академия, 2011. - 240 с.
9. Гайдукевич, В.И. Электрооборудование индивидуального дома: Уч. Пособие / В.И. Гайдукевич. - М.: АСВ, 2001. - 64 с.
10. Грузкова, С.А. Электрооборудование летательных аппаратов. В 2-х томах. Т-2 / С.А. Грузкова. - М.: МЭИ, 2008. - 552 с.
11. Кадомская, К.П. Электрооборудование высокого напряжения нового поколения / К.П. Кадомская, Ю.А. Лавров. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2009. - 343 с.
12. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.
13. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений (для бакалавров). Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2017. - 272 с.

в) интернет-ресурсы:

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

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

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

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/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Электрооборудование автотранспортных предприятий» предполагает использование академических аудиторий и лабораторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Для изучения настоящей дисциплины в зависимости от видов занятий использованы:

- Учебная мебель;
- Технические средства обучения (проектор и др.);
- Персональные компьютеры;
- Лабораторное оборудование;
- Технологическое оборудование;
- Образцы техники.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	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/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Электрооборудование автотранспортных предприятий»

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-5	ОПК-5. Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов.	Тема 1. Структура системы производства и распределения электрической энергии.	8
			Тема 2. Основные энергопотребители автотранспортных предприятий.	8
			Тема 3. Электрические нагрузки автотранспортных предприятий.	8
2.	ПК-3	Способен разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	Тема 4. Методы распределения электрических нагрузок.	8
			Тема 5. Короткие замыкания в электрических сетях. Аппараты защиты.	8
			Тема 6. Выбор и проверка силового электрооборудования.	8
			Тема 7. Безопасность обслуживания электрических установок.	8
			Тема 8. Учет электрической энергии и коммерческие расчеты.	8

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
-------	--------------------------------	--	--	----------------------------------

1.	ОПК-5	Знать: - закономерности развития производственно-технической базы АТП и СТО Уметь: производить технологический расчет зон обслуживания и ремонта с учетом энергопотребителей Владеть: навыками применения математического аппарата при решении технологических задач	Тема 1, Тема 2, Тема 3.	Контрольные вопросы и задания
2.	ПК-3	Знать: показатели эффективности проектирования производственно-технической базы Уметь: разрабатывать генеральный план и планировку подразделений технического обслуживания, текущего ремонта, складских помещений и др. с учетом энергопотребителей Владеть: умением пользоваться специальной, справочной и нормативно-технической литературой	Тема 4, Тема 5, Тема 6. Тема 7, Тема 8.	Контрольные вопросы и задания

Фонды оценочных средств по дисциплине «Электрическое оборудование автотранспортных предприятий»

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Теоретические вопросы

1. Назовите основные источники электроэнергии предприятия.
2. Какие преимущества дает объединение электростанций в энергосистемы.
3. Дайте определения приемника и потребителя электрической энергии. Поясните, в чем их различие?
4. Перечислите основные элементы системы электроснабжения автотранспортного предприятия.
5. Для чего используются электрические подстанции? Как они классифицируются? Перечислите основные электроприемники авторемонтного предприятия. Укажите их режим работы и сформулируйте основные требования, предъявляемые к их электроснабжению.
6. Выделите наиболее энергоемкие приемники электроэнергии и предложите способы снижения их электропотребления.
7. Что такое периодичность включения? Какие стандартные значения она может принимать?
8. Как электроприемники классифицируются по надежности электроснабжения?
9. Работа каких электроприемников может оказывать негативное влияние на систему электроснабжения, и в чем это выражается? Перечислите основные показатели электропотребления промышленного предприятия. Для чего они используются?

10. Что такое графики электрических нагрузок? Как они классифицируются?
11. Как получают и для чего используют суточные графики электрических нагрузок?
12. Что такое средняя и среднеквадратичная мощность нагрузки? Как они определяются?
13. Перечислите основные коэффициенты, характеризующие суточные графики нагрузок.
14. Чему равна площадь графика электрических нагрузок?
15. Изложите методику определения расчетных электрических нагрузок для осветительных и силовых электроприемников. Какие требования предъявляются к схемам внутризаводского электроснабжения? В каких случаях применяются радиальные и магистральные схемы? Назовите их достоинства и недостатки.
16. Перечислите основные конструктивные элементы воздушных и кабельных линий электропередачи.
17. Как выполняются внутрицеховые электропроводки? Опишите способы прокладки проводов и силовых кабелей и область их применения.
18. Что такое режим нейтрали электроустановки? Назовите достоинства и недостатки электрических сетей с заземленной и изолированной нейтралью и область их применения.
19. Постройте векторные диаграммы токов и напряжений при замыкании фазы на землю в сети с изолированной, заземленной и компенсированной нейтралью. Назовите причины возникновения коротких замыканий в электроустановках?
20. Каковы их последствия?
21. Чем определяется наличие периодической и апериодической составляющей в токе КЗ?
22. Дайте определение ударного тока.
23. Как проверяется термическая и электродинамическая стойкость проводников и электрических аппаратов?
24. Изложите методику определения расчетного тока короткого замыкания в электрической сети?
25. Каким образом осуществляется защита электрических сетей от коротких замыканий? Опишите назначение и принцип действия плавких предохранителей. Какие технические решения используются для ускорения срабатывания предохранителя и гашения электрической дуги?
26. Что представляют собой автоматические выключатели и где они применяются? Каково назначение независимого, минимального и максимального расцепителей?
27. Как осуществляется гашение дуги в автомате?
28. По каким параметрам выбираются предохранители и автоматы?
29. Как устроены магнитные пускатели и где их применяют? Что обозначает термин «величина пускателя».
30. Как осуществляется защита двигателя от токов перегрузки?
31. Как осуществляется реверсирование электродвигателя с помощью магнитного пускателя?
32. Для каких целей нельзя использовать неавтоматические низковольтные

коммутационные аппараты?

33. Что такое технический и коммерческий учет?
34. Назовите основные технические средства для учета электроэнергии и опишите принцип их действия.
35. Что такое постоянная счетчика и передаточное число счетчика электроэнергии?
36. Для чего используются измерительные трансформаторы тока и напряжения?
37. Перечислите известные вам системы оплаты и тарифы. Для каких потребителей они применяются?
38. Назовите основные пункты договора на поставку электрической энергии.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Практические вопросы

Лабораторная работа 1.

1. Определение расчетных электрических нагрузок автопредприятия.

1.1 Общая характеристика автопредприятия и потребителей электроэнергии.

На данном предприятии имеются потребители электроэнергии 1, 2 и 3 категории надежности электроснабжения. Основные потребители 1 категории сосредоточены в малярном и кузнечно-рессорном участках, где перерыв в их электроснабжении может привести к порче дорогостоящего оборудования или к гибели обслуживающего персонала.

К потребителям 2 категории относятся электроприемники, расположенные в зонах УМР, Д-1 и Д-2, ТО-1 и ТО-2, так как перерыв в электроснабжении может вызвать простой оборудования и нарушение графика обслуживания автомобилей.

К потребителям 3 категории относятся электроприемники, расположенные в административно-бытовых помещениях и в общественных местах.

Питание предприятия можно осуществить от *районной трансформаторной подстанции* (РТП, ГТП) имеющей *распределительные устройства* (РУ) напряжением 110/35 кВ. служащие для приема и распределения электроэнергии и содержащие коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

Типовая топографическая схема электрических сетей предприятия представлена на рис. 1.1.

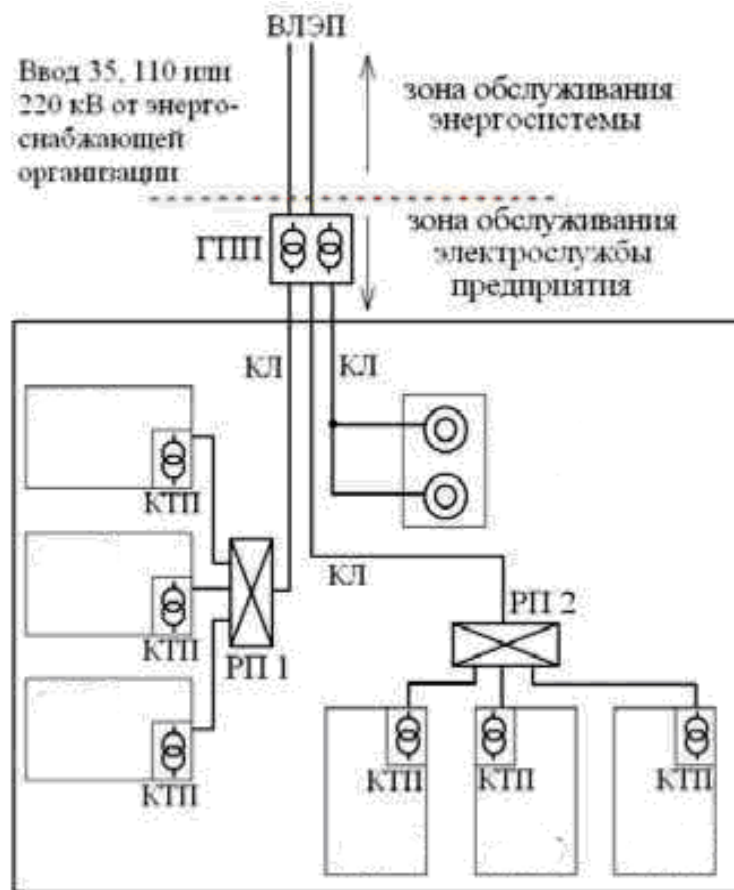


Рисунок 1.1. Топографическая схема электрических сетей предприятия:
ВЛЭП - воздушная линия электропередачи; ГПП - главная понижающая подстанция; КЛ - кабельная линия, КТП - комплектная трансформаторная подстанция (цеховая); РП - распределительная подстанция

Установленные мощности подразделений приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Установленные нагрузки подразделений

№	Наименование подразделений	Руст, кВт									
		Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	КТП, проходная	4,80	6,0	7,1	6,0	7,0	3,2	7,0	5,5	5,1	8,0
2	Административный корпус	25,3	32,4	44,7	31,0	33,0	23,5	43,0	26,7	33,1	27,0
3	УМР	900	890	789	932	899	1010	888	876	1003	899
4	ТО-1	430	453	345	424	451	480	454	435	423	434
5	ТО-2	450	543	500	471	456	465	455	450	466	498
6	ТР	320	342	357	320	354	312	365	323	359	320
7	Д-1,2	145	249	281	154	165	131	150	154	154	141
8	Малярный	800	878	855	871	854	768	810	688	877	798
9	Агрегатный	930	945	980	931	967	912	960	912	500	845
10	Слесарно-механический	231	213	235	261	243	432	400	234	233	234
11	Электротехнический и аккумуляторный	186	187	200	178	165	211	178	166	166	189
12	Топливной аппаратуры	15	19	32	19	21	16	14	14	17	16
13	Шинный	31	43	34	39	35	41	39	5	6	39

14	Кузнечно-рессорный и сварочный	1210	1459	1260	1111	1160	1245	1251	1300	1219	1300
15	Арматурно-жестянический и обойный	8,6	7,8	8,2	8,4	8,2	7,9	7,6	7,1	9,0	8,3
16	Складские помещения	6,0	8,0	9,0	9,0	7,0	5,0	7,0	9,0	5,0	8,2

Лабораторная работа 2.

1.2 Определение расчётных электрических нагрузок подразделений.

Расчетная нагрузка подразделений определяется методом коэффициента спроса, из выражений:

$$P_p = K_C \cdot P_{уст}, (кВа); \quad (1.1)$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi, (\text{киловольт-ампер реактивный} - \text{кВар}),$$

где $P_{уст}$ – суммарная номинальная мощность электроприемников подразделения; K_C - коэффициент спроса данной группы электроприемников (определен из опыта их эксплуатации и принимается по справочным материалам [1]);

$\operatorname{tg} \varphi$ - соответствует характерному для данной группы электроприемников $\cos \varphi$, определенному по справочным материалам [1].

Сменная нагрузка подразделений определяется по методу коэффициента использования:

$$P_{см} = K_H \cdot P_{уст} (кВа); \quad (1.2)$$

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \operatorname{tg} \varphi, (\text{кВар}),$$

где K_H - коэффициент использования данной характерной группы электроприемников, принимаемый по справочным материалам [1].

Суммарная расчетная нагрузка предприятия определяется с учетом коэффициента равномерности максимума:

$$S_{PE} = \sqrt{(\sum P_{PE})^2 + (\sum Q_{PE})^2} \cdot K_{PM}, \text{кВа}, \quad (1.3)$$

где $K_{PM} = 0,95$ для данного типа предприятия. [1]. Результаты расчета сведены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2. Результаты расчётных электрических нагрузок подразделений

№	Наименование подразделения	$P_{уст},$ кВт	K_C	K_H	$\cos \varphi / \operatorname{tg} \varphi$	P_p кВт	Q_p кВар	$P_{см}$ кВт	$Q_{см}$ кВар	S_{PE} кВт
1	КТП, проходная		0,45	0,4	0,85/0,62					

2	Административный корпус		0,35	0,24	0,70/1,02					
3	УМР		0,5	0,4	0,50/1,02					
4	ТО-1		0,45	0,4	0,80/0,75					
5	ТО-2		0,4	0,40	0,70/1,02					
6	ТР		0,4	0,42	0,5/1,73					
7	Д-1,2		0,45	0,36	0,65/1,16					
8	Малярный		0,23	0,44	0,50/1,73					
9	Агрегатный		0,53	0,34	0,50/1,73					
10	Слесарно-механический		0,70	0,60	0,55/0,62					
11	Электротехнический и аккумуляторный		0,35	0,35	0,5/1,73					
12	Топливной аппаратуры		0,3	0,32	0,5/1,73					
13	Шинный		0,3	0,3	0,65/1,16					
14	Кузнечно-рессорный и сварочный		0,5	0,6	0,70/1,02					
15	Арматурно-жестяникский и обойный		0,35	0,3	0,85/0,62					
16	Складские помещения		0,3	0,5	0,70/1,02					
17	Всего		-	-	-					

Лабораторная работа 3.

1.3 Расчёт электрического освещения

1.3.1 Выбор источников света

Для освещения производственных помещений принимаются лампы типа ДРЛ, обладающие высокой светоотдачей, большим сроком службы, не критичностью к условиям внешней среды. Главной причиной выбора этих ламп является высота производственного корпуса - 6,5 м, а также требовательностью производственного процесса к цветопередаче.

Для освещения административно-бытовых помещений принимаются люминесцентные лампы типа ЛЦ, обладающие высокой светоотдачей и большим сроком службы.

1.3.2 Выбор типа светильников

Для административно-бытовых помещений выбираются светильники ЛПО-01 встроенные и потолочные [2]. Данные светильники устанавливаются с лампами типа ЛЦ.

Для производственных подразделений выбираются светильники РСПО5/ДОЗ (пылезащищенного исполнения). Данные светильники устанавливаются с лампами типа ДРЛ.

Светотехнические характеристики типов ламп приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Светотехнические характеристики типов ламп.

Тип лампы	Активная мощность,	Световой поток лампы – Фл, лм.	Количество ламп в	Кз
-----------	--------------------	--------------------------------	-------------------	----

	$P_{акт}, Вт.$		светильники - n_{ϵ}	
ЛЦ-40	40	2225	4	1,5
ДРЛ-125	140	3800	1	1,25
ДРЛ-250	280	11000	1	
ДРЛ-400	460	26000	1	
ДРЛ-700	820	38000	1	
ДРЛ-1000	1250	50000	1	

Таблица 1.4. Исходные данные к расчету.

№	Наименование подразделения	$S, м^2$									
		Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	КТП, проходная	100	66	60	24	46	36	55	48	54	36
2	Административный корпус	200	123	150	200	87	165	219	240	200	220
3	УМР	200	108	100	200	178	180	260	260	300	270
4	ТО-1	108	100	125	120	143	200	187	180	250	250
5	ТО-2	216	200	210	200	211	220	200	190	210	200
6	ТР	126	124	127	150	152	150	144	245	146	124
7	Д-1,2	108	98	100	100	89	80	98	100	146	124
8	Малярный	36	38	36	44	45	46	52	76	98	100
9	Агрегатный	87	88	80	88	63	65	58	68	70	77
10	Слесарно-механический	67	76	83	82	62	78	69	66	72	85
11	Электротехнический и аккумуляторный	36	36	44	45	44	36	44	44	46	50
12	Топливной аппаратуры	36	36	44	45	40	36	44	48	44	56
13	Шинный	44	40	45	36	38	36	44	48	47	47
14	Кузнечно-рессорный и сварочный	38	34	36	36	42	32	36	36	40	44
15	Арматурно-жестянный и обойный	32	42	38	38	36	36	36	24	36	36
16	Складские помещения	154	156	140	120	170	150	180	160	180	150

Для расчета осветительной нагрузки требуется выполнить расчет количества светильников по формуле:

$$N_{св} = \frac{E_n \cdot K_z \cdot z \cdot S}{n_d \cdot \Phi_d \cdot I_{ис}}, \text{ ед}, \quad (1.4)$$

где: E_n - нормированная освещенность, лк.;

K_z - коэффициент запаса (учитывает процесс старения источника света табл. 1.3.);

z - коэффициент учитывающий неравномерность расположения светильников. Для равномерно расположенных светильников $z = 1,1$, для локально расположенных

$z = 1$;

S - площадь помещения, $м^2$;

n_d - количество ламп в светильнике, ед. (таб. 1.3);

Φ_d - световой поток лампы, лм. (таб.1.3.);

I_{uc} - коэффициент использования светового потока лампы зависит от назначения подразделения, расположения светильников по высоте и площади (таб. 1.5).

Количество светильников округляем до целой величины. Результаты сводим в таблицу 1.5.

Расчётная мощность осветительной нагрузки определяется по следующим формулам:

$$P_{росв} = K_1 \cdot K_c \cdot P_{уст}, \text{ кВа.} \quad (1.5)$$

$$Q_{росв} = P_{росв} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ кВар.}$$

где K_1 - коэффициент, учитывающий потери в пускорегулирующей аппаратуре: Для ДРЛ $K_1 = 1,12$, для ЛЦ $K_1 = 1,2$;

K_c - коэффициент спроса: для производственных зданий, состоящих из отдельных помещений, $K_c = 0,8$; для административных зданий $K_c = 0,9$;

$P_{уст}$ – установочная мощность осветительных ламп рассчитывается по формуле:

$$P_{уст} = P_{акт} \cdot N_{св}, \text{ кВа.} \quad (1.6)$$

$\operatorname{tg} \varphi$ - выбираем в соответствии коэффициента мощности по $\cos \varphi$: для ламп ДРЛ $\cos \varphi = 0,57$, соответственно $\operatorname{tg} \varphi = 1,33$, для ЛЦ $\cos \varphi = 0,95$, соответственно $\operatorname{tg} \varphi = 0,33$ [2].

Расчётную осветительную нагрузку подразделений по лампам ДРЛ и ЛЦ сводим в таблицу 1.5.

Таблица 1.5. Результаты расчёта осветительной нагрузки подразделений.

№	Наименование подразделения	$H, \text{ м}$	$S, \text{ м}^2$	$E_n, \text{ лк.}$	I_{uc}	$N_{св}$	$P_{уст}, \text{ кВа}$	$P_{росв}, \text{ кВа}$	$Q_{росв}, \text{ кВар}$
1	КТП, проходная	2,5		250	0,75				
2	Административный корпус	2,5		300					
	Итого:	-	-	-					
1	УМР	6,5		200	0,6				
2	ТО-1	6,5		250					
3	ТО-2	6,5		250					
4	ТР	6,5		150					
5	Д-1,2	6,5		300					
6	Малярный	4,5		300					
7	Агрегатный	6,5		200					
8	Слесарно-	6,5		200					

Итого:									
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Расчётная нагрузка понизительной подстанции (ГПП) от которой будет питаться предприятие, складывается из суммарных значений расчётной нагрузки подразделений, расчётной нагрузки освещения и транзитной присоединённой мощности (по выбранному варианту таб. 1.7.).

Таблица 1.7. Величина транзитной нагрузки ГПП.

P_p кВт	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	10000	5000	8000	4000	10000	6000	7000	10000	5000	6000

Суммарные значения расчётной нагрузки подразделений и расчётной нагрузки освещения для ГПП находим по формулам:

$$S_{P\Sigma} = \sqrt{\sum P_{CM}^2 + \sum Q_{CM}^2} ; \quad (1.7)$$

$$S_{P\Sigma} = \sqrt{\sum P_{Pocв}^2 + \sum Q_{Pocв}^2}$$

Результаты сводим в таблицу 1.8.

Таблица 1.8. Суммарные значения видов нагрузки для ГПП

Вид нагрузки	P_p кВт	Q_p кВар	S_p кВар
Технологическая			
Осветительная			
Предприятия			
Транзитная			
ГПП			

По результатам расчетов построим диаграмму распределения видов нагрузки ГПП.



Лабораторная работа 5.

1.5 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.

Мощность силовых трансформаторов для промышленных и коммунальных потребителей выбираются из стандартного ряда типовых мощностей, установленного ГОСТ 9680-77:

$$S_{\text{тр.ном.}} = 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 \text{ кВА}$$

Основными критериями для выбора числа и мощности силовых трансформаторов на ГПП промышленных предприятий являются:

- 1) требуемая надежность электроснабжения;
- 2) расчетная мощность нагрузки;
- 3) минимальные капитальные и эксплуатационные затраты.

Как правило, для питания распределительных сетей промышленных предприятий используют двух трансформаторные ГПП, чтобы при отказе одного трансформатора, второй частично взял на себя его нагрузку.

Оптимальное число и мощность трансформаторов определяется с учетом удельной плотности нагрузок на единицу площади предприятия [4]:

$$\sigma = \frac{S_{\text{расч}}}{F_{\text{П}}} \quad (1.8)$$

где $S_{\text{расч}}$ - расчетная мощность низковольтных электроприемников, кВА;

$F_{\text{П}}$ - площадь подразделения (суммарная площадь подразделений предприятия)

Величина σ косвенно характеризует соотношение капитальных затрат на саму трансформаторную подстанцию и распределительную сеть низшего напряжения.

При равномерном распределении нагрузок ($2,0 \leq \sigma$) целесообразнее установить несколько маломощных подстанций с трансформаторами 400 или

630 кВА и сократить общую протяженность малозагруженных магистральных линий напряжением 0,4 кВ.

При концентрированном расположении крупных энергоемких потребителей $5,0 \geq \sigma$ выгоднее разместить рядом с ними одну подстанцию мощностью 1600-2500 кВА.

В остальных случаях применяют трансформаторы средней мощности – 1000 кВА.

Количество трансформаторов для выбранной номинальной мощности определяется с учетом нормативного коэффициента загрузки k_3 , который учитывает возможную перегрузку в случае отказа второго трансформатора или дальнейшего развития предприятия:

$$N_T = \frac{S_{расч}}{k_3 \cdot S_{ТН}}, \quad (1.9)$$

где $k_3 = S_{расч} / S_{ТН}$ - отношение расчетного значения нагрузки к номинальной мощности трансформатора.

Выбор типа трансформатора производим из табл. 1.9.

Таблица 1.9. Технические характеристики трансформаторов производственных подстанций.

Тип	Мощность, кВА	Потери, кВт	Напряжение ,кВ	
			Первичное	Вторичное
ТМФ - 400/6 - 10	400	5,9	6 - 10	0,4; 0,69
ТМФ - 630/6 - 10	630	8,5	6 - 10	0,4; 0,69
ТМ - 1000/6 - 10	1000	12	6 - 10	0,4
ТМ - 1600/6 - 10	1600	18	6 - 10	0,4; 0,69
ТМ - 2500/6 - 10	2500	25	6 - 10	0,4; 0,69

Окончательный выбор наиболее экономичного числа и мощности трансформаторов производится путем технико-экономического сравнения нескольких вариантов по минимуму годовых приведенных затрат:

$$Z_{пр} = p_H \cdot K + C_{эл.эн.} \cdot \Delta W, \quad (1.10)$$

где p_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (величина, обратная нормативному сроку окупаемости), $p_H \approx 0,12$ 1/год;

K – суммарные капитальные затраты на трансформаторную подстанцию по прейскуранту с учетом монтажа, тыс.руб.;

$C_{эл.эн.}$ – стоимость электроэнергии (основная составляющая годовых эксплуатационных затрат), руб./кВт·ч;

ΔW – потери электроэнергии в трансформаторах, кВт·ч:

$$\Delta W = \Delta p_{TR}' \cdot T_{ГОД}, \quad (1.11)$$

где $\Delta p_{TR}'$ – приведенные потери мощности в трансформаторах, кВт;

$T_{год.}$ – среднегодовая продолжительность работы подстанции, час. (табл. 1.10).

Таблица 1.10.

Среднегодовая продолжительность работы трансформаторов в зависимости от режима работы предприятия [6].

График работы	1 смена	2 смены	3 смены	непрерывный
$T_{год.}$, час.	2000	4000	8000	8760

Исходные данные для расчета принимаем согласно варианта.

Порядок расчета:

1. Определить удельную плотность нагрузок на единицу площади (1.8).
2. На основании удельной плотности нагрузок выбрать мощность трансформаторов подстанции.
3. Поскольку на предприятии есть электроприемники I категории, число трансформаторов для обеспечения взаимного резервирования должно быть не менее двух, поэтому применяем двух трансформаторные подстанции.
4. Определить коэффициент загрузки k_3 .
5. Определить количество трансформаторов для выбранной номинальной мощности (1.9).
6. Выбрать капитальные затраты K , тыс. руб. по каталогу.
7. Выбрать среднегодовую продолжительность работы трансформаторов (табл. 1.9).
8. Определить ΔW – потери электроэнергии в трансформаторах (1.11).
9. Определить годовые приведенные затраты $Z_{пр.}$, руб. (1.10)
10. Результаты расчетов представить в таблице 1.10.

11. По результатам сопоставления выбрать вариант по критерию минимума годовых приведенных затрат.

Таблица 1.10. Результаты расчета силовых трансформаторов.

Показатель	Сопоставляемые варианты	
	1	2
Номинальная мощность $S_{TP.ном.}$, кВА.		
Число трансформаторов		
Коэффициент загрузки k_3 .		
Капитальные затраты K , тыс. руб.		
Нормативный коэффициент p_H	0,12	0,12
Стоимость эл. энергии, руб / кВт. ч.		
Среднегодовая продолжительность работы $T_{год.}$, ч.		
Приведенные потери мощности $\Delta p'_{TP}$, кВт.		
ΔW – потери электроэнергии в трансформаторах, кВт.ч.		
Годовые приведенные затраты $З_{пр.}$, руб.		

Лабораторная работа 6.

1.6 Построение зоны рассеяния центра электрических нагрузок (ЦЭН).

Для определения зоны рассеивания ЦЭН необходимо выбрать закон распределения случайной величины - двухмерных координат $(x; y)$ ЦЭН. Исследования показали, что распределение координат ЦЭН подчиняется нормальному закону распределения случайных величин и, следовательно, может быть рассчитано применением известного математического аппарата.

Введем обозначения мер мощности случайных величин:

$$\begin{aligned} h_X &= \frac{1}{\sigma_X \cdot \sqrt{2}}; \\ h_Y &= \frac{1}{\sigma_Y \cdot \sqrt{2}}, \end{aligned} \quad 1.12$$

где σ - среднеквадратическое отклонение.

Так как координаты X и Y изменяются одновременно, то перейдем к двухмерной функции плотности распределения вероятности случайных независимых координат:

$$f(x, y) = \frac{h_X \cdot h_Y}{\pi} \cdot e^{-(h_X^2 \cdot X^2 + h_Y^2 \cdot Y^2)}. \quad 1.13$$

Данное выражение верно при условии, что начало координат совмещено с координатами ЦЭН на плоскости называемой поверхностью нормального распределения.

Фактическая зона распределения электрических нагрузок представляет собой эллипс, как сечение поверхности нормального распределения. При

доверительной вероятности $P = 0,95$ случайная точка координат X, Y попадет в эллипс с полуосями:

$$\begin{aligned} R_X &= \frac{\sqrt{3}}{h_X}; \\ R_Y &= \frac{\sqrt{3}}{h_Y}, \text{ м.} \end{aligned} \quad 1.14$$

Форма эллипса зависит от соотношений:

$$\begin{aligned} \sigma_X &= \sqrt{\sum_{i=1}^n P_{Xi} \cdot (x_i - x_0)^2}; \\ \sigma_Y &= \sqrt{\sum_{i=1}^n P_{Yi} \cdot (y_i - y_0)^2}, \end{aligned} \quad 1.15$$

где P_{Xi}, P_{Yi} - эмпирическая вероятность появления x_i и y_i в относительных единицах:

$$P_{Xi} = P_{Yi} = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}. \quad 1.16$$

Для построения зоны распределения ЦЭН промышленного объекта достаточно осуществить параллельный перенос осей координат, так, чтобы начало новой системы совпало с координатами ЦЭН.

На основании расчетных значений R_X и R_Y на эскизной планировке предприятия строят эллипс рассеяния нагрузок.

Местоположение главной понизительной подстанции (ГПП) на планировке выбирается в любой наиболее удобной и приближенной к координатам x_0, y_0 точке, не выходящей за пределы построенной зоны рассеяния ЦЭН. В этом случае высшее напряжение будет максимально приближено к центру потребления электроэнергии, а распределительные сети будут иметь минимальную протяженность.

Если по каким - либо причинам (технологическим, архитектурным) нельзя расположить ГПП в зоне рассеяния нагрузок, то ГПП смещают в сторону внешнего источника питания (линия электропередач, кабельная линия). При этом закономерно увеличиваются приведенные (годовые, квартальные и др.) затраты на систему электроснабжения.

Задание к расчету.

Для автопредприятия, **пример** эскизного плана расположения потребителей приведен на рис. 1.2, построить зону рассеяния ЦЭН. Для расчета, из выбранного варианта, выбираем 8 (восемь) наиболее мощных «подразделений – потребителей» электрической энергии (из таб. 1.6). Переносим эти значения в таб. 1.11 в строку P_i с известными координатами x_i и y_i .

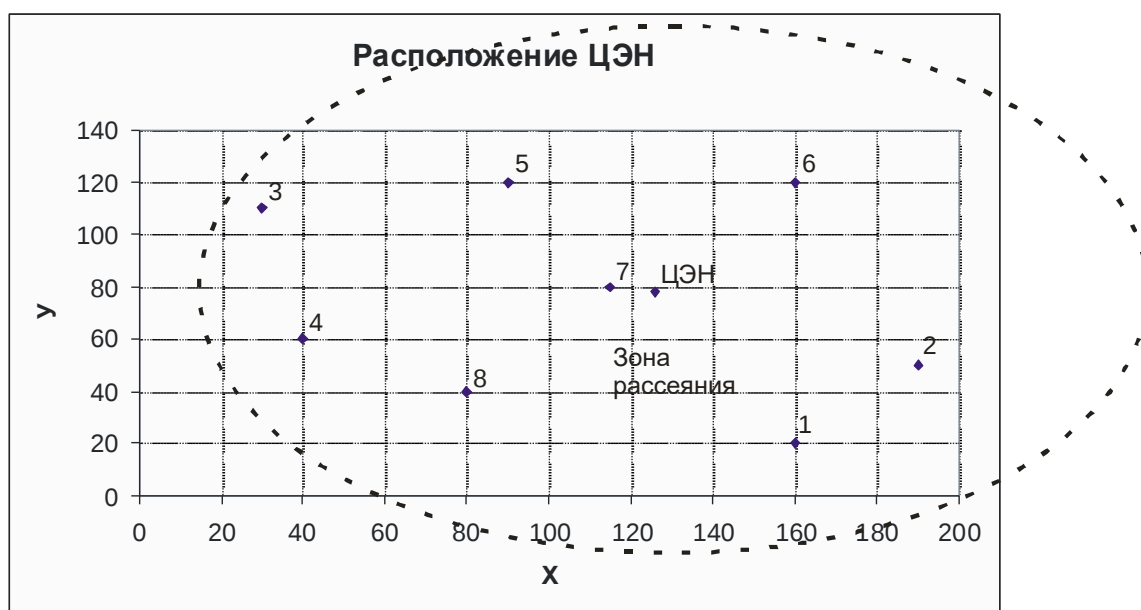


Рисунок 1.2. Пример построения ЦЭН и зоны рассеяния: где 1...8 – потребители электроэнергии.

Таблица 1.11. Исходные данные к расчету (установленная мощность, кВт; координаты м;).

ВАРИАНТ	ПОКАЗАТЕЛЬ	ПОТРЕБИТЕЛИ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	P_i								
	x_i	100	50	60	75	15	25	125	90
	y_i	89	120	200	90	159	74	100	46
2	P_i								
	x_i	150	50	15	200	20	25	150	40
	y_i	30	200	174	100	40	120	25	89
3	P_i								
	x_i	75	20	25	30	100	15	45	40
	y_i	200	30	175	46	40	89	50	120
4	P_i								
	x_i	150	100	25	120	25	15	90	30
	y_i	174	60	120	200	100	88	180	120
5	P_i								
	x_i	25	80	20	15	100	50	200	75
	y_i	120	89	46	174	100	40	20	36
6	P_i								
	x_i	50	15	25	40	125	50	30	150
	y_i	46	200	154	174	144	59	88	65
7	P_i								
	x_i	15	150	25	50	70	60	180	40
	y_i	190	220	120	174	100	88	150	46
	P_i								

8	x_i	200	125	30	15	150	105	75	100
	y_i	66	30	35	200	120	90	46	59
9	P_i								
	x_i	40	50	70	25	80	120	160	30
	y_i	30	120	174	200	89	100	66	50
10	P_i								
	x_i	30	75	90	125	80	45	100	15
	y_i	177	66	120	154	50	30	89	70

Последовательность расчета.

1. Определим координаты ЦЭН по формулам:

$$x_0 = \frac{\sum P_{pi} \cdot x_i}{\sum P_{pi}}; \quad 1.17$$

$$y_0 = \frac{\sum P_{pi} \cdot y_i}{\sum P_{pi}} \text{ м.}$$

2. Определим параметры закона распределения:

- P_{Xi} и P_{Yi} по формулам 1.16;
- σ_X и σ_Y по формулам 1.15;
- h_X и h_Y по формулам 1.12.

3. Определим полуоси эллипса рассеяния по формулам 1.14.

4. Результаты расчетов занести в таблицу 1.12.

Таблица 1.12. Результаты расчета.

ПОКАЗАТЕЛИ									
$x_0, \text{ м}$	$y_0, \text{ м}$	σ_X	σ_Y	P_{Xi} / P_{Yi}		h_X	h_Y	$R_X, \text{ м}$	$R_Y, \text{ м}$
				1					
				2					
				3					
				4					
				5					
				6					
				7					
				8					

5. Построить зону рассеяния на плане предприятия, представленном в масштабе. Для этого перенести оси ординат параллельно самим себе в точку x_0 и y_0 и по осям X и Y отложить соответственно R_X и R_Y

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
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.	зачтено
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.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие 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.	
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.	не зачтено

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)