

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кожедеров Александр Игоревич
Должность: Директор филиала ИндИ (филиал) ФГБОУ ВО "ЮГУ"
Дата подписания: 16.07.2026 23:52:51
Уникальный программный ключ: 7f4522f81a862743c2711b37d9dd0f6adf40c4c8

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрическое освещение

Направление подготовки (специальности): 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*

Профиль: *Электроэнергетика и электротехника (ИндИ)*

Форма обучения
Очно-заочная

Квалификация выпускника
Бакалавр

2026 год набора

Виды работ	Объём занятий по семестрам, час										Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Самостоятельная работа								126			126
Дистанционные лекции								8			8
Дистанционные практические занятия								10			10
Форма контроля								Зачёты			-
Итого:								144			144
з.е.								4			4

Ханты-Мансийск, 2026 год
(город)

Предисловие

1. Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника* утвержденного № 144 от 28.02.2018 года.

2. Разработчик(и):

_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание (при наличии)	(подпись)	Е. А. Дюба (И. О. Фамилия)

3. Согласовано:

Руководитель образовательной программы _____ по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика _____ и электротехника _____	_____	_____
	(подпись)	Г. В. Газя (И. О. Фамилия)

4. Утверждаю:

Руководитель структурного подразделения Индустриальный институт (г. Нефтеюганск) _____	_____	_____
	(подпись)	А. П. Янукян (И. О. Фамилия)

Документ подписан простой электронной подписью в
электронной информационно образовательной среде
Elios 2.0 ФГБОУ ВО «ЮГУ»

Идентификатор документа: 97226



Подписант	
Дюба Елена Александровна	
Газя Геннадий Владимирович	
Янукян Арам Погосович	

Дата подписания	
20.05.2026 11:53:47	
20.05.2026 22:20:08	
21.05.2026 14:58:56	

1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование и развитие у обучающихся теоретических знаний и практических умений и навыков в области проектирования и эксплуатации систем электрического освещения, формирование и развитие у обучающихся компетенций, предусмотренных образовательным стандартом по специальности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 учебного плана, модуля «Модуль Электроснабжение».

3 Формируемые компетенции обучающегося

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Планируемые результаты (соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенции)
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-1	Способен разрабатывать проектную документацию системы электроснабжения объектов капитального строительства	ПК-1.1 3-1: Типовые проектные решения по узлам системы электроснабжения ПК-1.2 3-1: Система условных обозначений в проектировании ПК-1.3 3-1: Требования охраны труда и меры безопасности при проектировании системы электроснабжения ПК-1.4 3-1: Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей ПК-1.1 У-1: Читать эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации ПК-1.2 У-1: Выбирать алгоритм работы во внешних периферийных устройствах при комплектовании чертежей рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) ПК-1.3 У-1: Применять программные средства для оформления рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) (документов в текстовой

		форме, рабочих чертежей, спецификации оборудования и изделий) ПК-1.4 У-1: Читать эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации ПК-1.1 В-1: Навыками проверки текстовой и графической частей рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) на соответствие утвержденным проектным решениям проектной документации ПК-1.2 В-1: Навыками подготовка комплекта рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) к нормоконтролю и внесение изменений по результатам ПК-1.3 В-1: Навыками оформления комплекта рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) ПК-1.4 В-1: Навыками сбора исходных данных для создания элементов системы электроснабжения в качестве компонентов для информационной модели объекта капитального строительства
--	--	--

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Тема	Трудоемкость по видам учебной работы, час	Д к о м п е т	Оценочные средства
-------	------	---	---------------------------------	--------------------

		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Лабораторные занятия	Консультации	Самостоятельная работа		
1	Роль и задачи электрического освещения в быту и производстве. Основные положения светотехники.	2	2			20	ПК-1.	Тест; Опрос.
2	Источники света и осветительные приборы	2	2			20	ПК-1.	Тест; Опрос.
3	Системы и нормы освещения	2	2			20	ПК-1.	Тест; Опрос.
4	Проектирование электрического освещения.	2	2			20	ПК-1.	Тест; Опрос.
5	Управление освещением и автоматизация		2			20	ПК-1.	Тест; Опрос.
6	Эксплуатация осветительных установок					26	ПК-1.	Тест; Опрос.
Итого		8	10			126	–	

5 Образовательные технологии, используемые при различных видах учебной работы

№ темы	Образовательная технология
1-6	Дистанционные технологии
1-6	Технология традиционного обучения

6 Методические материалы по освоению дисциплины

Электронная информационно - образовательная среда представлена личным кабинетом, расположенным по ссылке <https://itport.ugrasu.ru>, электронной библиотечной системой <https://lib.ugrasu.ru>, электронным каталогом Научной библиотеки ЮГУ <https://irbis.ugrasu.ru> и системой дистанционного обучения.

Методические материалы для обучающихся представлены в электронном виде в системе Moodle по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>.

Методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

6.1 Методические указания к занятиям лекционного типа

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать его научно-педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии.

6.2 Методические указания к практическим занятиям

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков. Методические рекомендации по каждой практической работе имеют теоретическую часть, подготовленную отдельно, или указание на источник, необходимый для подготовки к соответствующему практическому занятию, с необходимыми для выполнения работы формулами, пояснениями, таблицами и графиками; алгоритм выполнения заданий. Практические задания сочетаются с теоретическими знаниями. Проведению практического занятия как правило предшествует самостоятельная работа обучающегося.

6.3 Методические указания к самостоятельной работе

В рамках самостоятельной работы обучающийся знакомится с рабочей программой, особое внимание должно уделяться целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Анализируется конспект лекций, ведется подготовка ответов к контрольным вопросам, просматривается рекомендуемая литература, используются аудио-видеозаписи по заданной теме, решаются расчетно-графические задания, задачи по алгоритму и др.

7 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей). Для осуществления процедуры текущего контроля успеваемости обучающихся НПР создаются оценочные материалы (фонды оценочных средств), позволяющие оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности компетенций.

Промежуточная аттестация обучающихся производится в дискретные временные интервалы НПР, обеспечивающими реализацию дисциплины в форме: зачёты.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся предполагает предоставление студентам методических рекомендаций по изучению дисциплины, учитывающих особенности ее построения, освоения, преподавания и представлено как электронный учебно-методический комплект документов по дисциплине, размещено в системе управления обучением «Moodle» (сайт Университета по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>) и/или в других системах управления обучением электронной информационно-образовательной среды Университета.

Обучение и контроль обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом

особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц со ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

7.1 Технологическая карта дисциплины 8-й семестр

№ п/п	Название темы	Максимальное количество баллов
Обязательный уровень (текущая аттестация)		
1	Роль и задачи электрического освещения в быту и производстве. Основные положения светотехники.	10
2	Источники света и осветительные приборы	10
3	Системы и нормы освещения	10
4	Проектирование электрического освещения.	10
5	Управление освещением и автоматизация	10
6	Эксплуатация осветительных установок	20
		70
Обязательный уровень (промежуточная аттестация)		
7	Зачёты	30
		30
	Итого	100
Дополнительный уровень		
8	Расчетная работа в программе DIALux evo	15
		15

Шкала оценивания результатов по балльной системе (зачёты):

Зачтено с 50 по 100 баллов;

Не зачтено с 0 по 49 баллов.

7.2 Примерные тестовые задания

ТЕСТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

Раздел 1. Основные положения светотехники.

1. В каких единицах измеряется световой поток?

- А) Кандела (кд)
- В) Люкс (лк)
- С) Люмен (лм)
- D) Ватт (Вт)

2. Освещенность поверхности 1 люкс — это:

- А) 1 люмен на 1 стерадиан
- В) 1 люмен на 1 квадратный метр
- С) 1 кандела на 1 квадратный метр
- D) 1 ватт на 1 квадратный метр

3. Закон квадратов расстояний для освещенности имеет вид (где I — сила света, r — расстояние):

- А) $E = I \cdot r^2$ $E = I \cdot r^2$
- В) $E = I / r^2$ $E = I / r^2$
- С) $E = I \cdot r$ $E = I \cdot r$
- D) $E = I^2 / r$ $E = I^2 / r$

4. Какая кривая силы света (КСС) соответствует светильнику с узким лучом (прожектор)?

- А) К (концентрированная)
- В) Ш (широкая)
- С) М (равномерная)
- D) Л (полуширокая)

5. Коэффициент пульсации освещенности (K_p) — это:

- А) Отношение максимальной освещенности к минимальной
- В) Глубина колебаний освещенности во времени (в процентах)
- С) Отношение светового потока к мощности лампы
- D) Коэффициент запаса на загрязнение светильников

6. Что характеризует индекс цветопередачи (CRI/Ra)?

- А) Экономичность источника света
- В) Насколько естественно выглядят цвета при данном освещении
- С) Температуру нагрева лампы
- D) Угол рассеивания светового потока

Раздел 2. Источники света и осветительные приборы

7. У какой лампы самая высокая светоотдача (лм/Вт)?

- А) Лампа накаливания (ЛОН)
- В) Люминесцентная лампа (ЛЛ)
- С) Светодиод (LED)
- D) Галогенная лампа

8. Почему люминесцентную лампу нельзя включить в сеть 220 В напрямую без ПРА?

- А) Она взорвется из-за высокого давления ртути
- В) Ток лампы будет неограниченно расти (отрицательное сопротивление)
- С) Лампа не нагреется до нужной температуры
- D) Произойдет короткое замыкание

9. Какой тип лампы имеет самый низкий индекс цветопередачи ($CRI \approx 20-30$)?

- А) Лампа накаливания
- В) Металлогалогенная лампа (МГЛ)
- С) Светодиод (LED) с белым люминофором
- D) Натриевая лампа высокого давления (ДНаТ)

10. Галогенный цикл в галогенных лампах:

- А) Увеличивает срок службы лампы и светоотдачу
- В) Снижает цветовую температуру
- С) Уменьшает КПД лампы
- D) Повышает пульсацию светового потока

11. Какой элемент обязателен для питания светодиода (LED) от сети 220 В?

- А) Стартер
- В) Дроссель
- С) Драйвер (стабилизатор тока)
- D) Конденсатор пусковой

12. Что такое ЭПРА?

- А) Электромеханический пускатель разрядной аппаратуры
- В) Электронный пускорегулирующий аппарат для газоразрядных ламп
- С) Энергосберегающий предохранитель
- D) Экранный преобразователь для LED

Раздел 3. Системы и нормы освещения

13. Какой вид аварийного освещения предназначен для безопасной эвакуации людей?

- А) Резервное освещение
- В) Охранное освещение
- С) Эвакуационное освещение
- D) Дежурное освещение

14. Нормируемая минимальная освещенность на полу для эвакуационных путей по СП 52.13330 составляет:

- А) 0,2 лк
- В) 2 лк
- С) 10 лк
- D) 50 лк

15. Коэффициент запаса (K_z) вводится для учета:

- А) Старения ламп и загрязнения светильников
- В) Неравномерности освещения
- С) Пульсации светового потока
- D) Слепящего действия светильников

16. Какое освещение запрещено использовать как единственное на рабочих местах?

- А) Общее равномерное
- В) Местное (без общего)
- С) Комбинированное
- D) Аварийное

17. Что такое КЕО?

- А) Коэффициент естественной освещенности
- В) Коэффициент эксплуатационной отдачи
- С) Кривая силы света
- D) Коэффициент пульсации

Раздел 4. Проектирование электрического освещения.

18. Формула метода коэффициента использования светового потока:

- А) $\Phi = E \cdot S \cdot K_z \cdot ZN \cdot \eta$ $\Phi = N \cdot \eta \cdot E \cdot S \cdot K_z \cdot Z$
- В) $E = I \cdot \cos^3 \alpha$ $h^2 E = h^2 I \cdot \cos^3 \alpha$
- С) $P = E \cdot S \cdot \rho$ $P = E \cdot S \cdot \rho$
- D) $R = \rho \cdot l$ $SR = \rho \cdot Sl$

19. Индекс помещения (i) зависит от:

- А) Только от площади помещения
- В) От высоты подвеса светильников и размеров помещения
- С) От цвета стен и потолка
- D) От типа лампы

20. Точечный метод расчета освещенности основан на:

- А) Законе квадратов расстояний и косинусном законе
- В) Принципе суперпозиции световых потоков
- С) Методе удельной мощности
- D) Коэффициенте использования

21. Для предварительного расчета освещенности (прикидочного) чаще всего используют:

- А) Точечный метод
- В) Метод коэффициента использования
- С) Метод удельной мощности (Вт/м²)
- D) Метод изолюкс

22. Какое сечение медного провода для групповой осветительной линии (10 светильников LED по 40 Вт, 220 В) является минимально допустимым по ПУЭ для освещения?

- А) 0,5 мм²
- В) 0,75 мм²
- С) 1,5 мм²

- D) 2,5 мм²

Раздел 5. Управление освещением и автоматизация

23. Для управления освещением из двух разных мест (например, в длинном коридоре) используются:

- A) Два обычных одноклавишных выключателя
- B) Два проходных переключателя
- C) Один диммер и одна кнопка
- D) Два автоматических выключателя

24. Импульсное реле (бистабильное реле) отличается от проходных переключателей тем, что:

- A) Требуется постоянное удерживание кнопки включения
- B) Позволяет управлять светом из любого количества мест без перекрестных переключателей
- C) Работает только с LED-лампами
- D) Имеет более низкую надежность

25. Датчик движения PIR реагирует на:

- A) Звук шагов
- B) Изменение магнитного поля
- C) Инфракрасное излучение движущегося человека
- D) Освещенность помещения

26. Какой протокол управления освещением поддерживает двустороннюю связь и диагностику неисправностей светильников?

- A) DMX512
- B) 0–10 В
- C) DALI
- D) 1–10 В

27. Диммер с маркировкой «Trailing edge» (задний фронт) совместим с:

- A) Любыми лампами без ограничений
- B) Только лампами накаливания
- C) Светодиодами с диммируемым драйвером и лампами накаливания
- D) Только люминесцентными лампами

Раздел 6. Эксплуатация осветительных установок

28. Оптимальная периодичность чистки светильников в нормальных помещениях (цех, офис) составляет:

- A) Раз в 10 лет
- B) 1–2 раза в год
- C) Каждую неделю

- D) Каждый день

29. Отработанные люминесцентные лампы запрещено выбрасывать в обычный мусор из-за содержания:

- A) Свинца
- B) Ртуты
- C) Кадмия
- D) Мышьяка

30. Главная причина преждевременной деградации светодиодов (LED):

- A) Перегрев кристалла
- B) Слишком низкое напряжение
- C) Высокая влажность
- D) Ультрафиолетовое излучение

31. Какой эффект возникает в цехах с вращающимися механизмами при питании люминесцентных ламп от сети 50 Гц (без ЭПРА)?

- A) Стробоскопический эффект (кажущаяся остановка вращения)
- B) Эффект памяти
- C) Термоэлектрический эффект
- D) Фотоэффект

32. Замена ДРЛ-250 на LED-100 Вт при 4000 часах работы в год и тарифе 7 руб/кВт·ч дает годовую экономию электроэнергии на одном светильнике примерно:

- A) 50 руб
- B) 420 руб
- C) 1200 руб
- D) 3000 руб

33. Степень защиты IP54 означает:

- A) Защита от пыли и водяных брызг
- B) Полная пыленепроницаемость и защита от водяных струй
- C) Защита только от твердых предметов >1 мм
- D) Защита от погружения в воду

34. Для взрывоопасной зоны класса В-1а (газ, возможна аварийная концентрация) светильник должен иметь маркировку:

- A) IP54
- B) Ex (взрывозащищенный)
- C) IP67
- D) IEC (стандартный)

35. Коэффициент спроса для освещения механического цеха обычно принимается:

- A) 0,1–0,3
- B) 0,5–0,7
- C) 0,95–1,0
- D) 1,5–2,0

36. Какая потеря напряжения в осветительной сети считается допустимой по ПУЭ (от щита до лампы)?

- А) Не более 1%
- В) Не более 3–5%
- С) Не более 10%
- D) Не более 15%

37. Для защиты групповой осветительной линии с LED-лампами автоматический выключатель выбирают из условия:

- А) $I_{ном} \geq I_{расч}$ $I_{ном} \geq I_{расч}$ с учетом пускового тока (примерно 3–5 $I_{ном}$ лампы)
- В) $I_{ном} = I_{кз}$ $I_{ном} = I_{кз}$ сети
- С) $I_{ном}/I_{ном}$ равен току плавления провода
- D) Автомат не нужен, достаточно предохранителя

38. Какое напряжение питания чаще всего используется для местного стационарного освещения в цехах?

- А) 380 В
- В) 220 В
- С) 12 В или 36 В (в особо опасных помещениях)
- D) 6 В

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ С РАСЧЁТАМИ

• Раздел 1. Светотехнические основы

• 1. Задача на закон квадратов расстояний

Точечный источник света имеет силу света 800 кд. На каком расстоянии (в метрах) от него освещенность горизонтальной поверхности составит 50 лк? (Считать, что лучи падают перпендикулярно).

- **Ответ (число):** _____ м

• 2. Задача на косинусный закон

Светильник с силой света 1000 кд подвешен на высоте 4 м над столом. Определить освещенность (в люксах) в точке, удаленной по горизонтали от проекции светильника на 3 м.

- **Ответ (число):** _____ лк

• 3. Задача на телесный угол

Световой поток лампы составляет 1200 лм. Сила света во всех направлениях одинакова (изотропный источник). Чему равна сила света (в канделах)?

- **Ответ (число):** _____ кд

• 4. Задача на среднюю освещенность

Световой поток светильника 4500 лм равномерно освещает круглый стол радиусом 1,5 м. Какова средняя освещенность стола (в люксах)?

- **Ответ (число):** _____ лк

• Раздел 2. Источники света и осветительные приборы

- **5. Световая отдача лампы**

Лампа мощностью 150 Вт создает световой поток 2100 лм. Какова световая отдача (в лм/Вт)?

- **Ответ (число):** _____ лм/Вт

- **6. Экономия при замене ДРЛ на LED**

В цехе установлено 20 светильников ДРЛ-250 (мощность каждого с ПРА = 270 Вт). Их заменяют на LED-120 Вт (реальная мощность 120 Вт). На сколько кВт·ч уменьшится часовое потребление электроэнергии всего цеха?

- **Ответ (число):** _____ кВт·ч (за 1 час)

- **7. Срок окупаемости LED (упрощенно)**

Светильник LED стоит 3000 руб., потребляет 50 Вт. ДРЛ-250 с ПРА (270 Вт) стоит 800 руб. Тариф 10 руб/кВт·ч. Время работы 4000 ч/год. Найти срок окупаемости замены (в годах), без учёта стоимости замены ламп.

- **Ответ (число):** _____ лет

- **8. Ток LED-светильника**

Светодиодный светильник мощностью 100 Вт питается от сети 220 В, $\cos \varphi = 0,95$. Чему равен ток (в амперах)?

- **Ответ (число):** _____ А

- **Раздел 3. Системы и нормы освещения**

- **9. Коэффициент запаса**

В помещении с нормальными условиями (малая запылённость) коэффициент запаса принят $K_z=1,4$, $K_z=1,4$. Через год замеры показали, что световой поток ламп снизился на 20% (коэффициент старения 0,8), а светильники загрязнились настолько, что пропускают 85% света (коэффициент загрязнения 0,85).

Фактический общий коэффициент снижения освещённости $= 0,8 \times 0,85 = 0,68$, $0,8 \times 0,85 = 0,68$. Какой K_z нужно было заложить изначально, чтобы через год освещённость не упала ниже нормы? (Ответ округлить до десятых).

- **Ответ (число):** _____

- **10. Норма освещённости для комбинированного освещения**

Для точных работ (ШБ) комбинированная норма = 400 лк. Сколько люкс должно создавать **общее** освещение, если местное дает 300 лк? (Согласно типовому соотношению: общее составляет 10–20% от нормы комбинированного, но не менее 200 лк). Укажите минимально допустимую освещённость общего освещения по правилам.

- **Ответ (число):** _____ лк

- **11. Пересчет нормы с высоты**

Норма освещённости дана для высоты рабочей поверхности 0,8 м. В цехе реальная высота рабочей поверхности 1,2 м (светильники на потолке 6 м). Во сколько раз изменится освещённость (вниз или вверх) без учета отражений? Ответ дать в виде коэффициента (во сколько раз меньше/больше).

- **Подсказка:** использовать закон квадратов расстояний.

Ответ (число): _____

- **Раздел 4. Проектирование электрического освещения**

- **12. Расчет числа светильников (метод коэффициента использования)**

Помещение: 12×8 м, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью $h_p=2,5$ м. Норма освещённости $E_{\text{норм}}=300$ лк. Коэффициент запаса $K_z=1,3$, коэффициент неравномерности $Z=1,1$. Световой поток одного светильника $\Phi_{\text{св}}=4500$ лм. Коэффициент

использования $\eta=0,6$, $\eta=0,6$. Найти необходимое число светильников N (округлить до целого вверх).

- **Формула:** $N = E_{\text{норм}} \cdot S \cdot K_z \cdot Z$ $\Phi_{\text{св}} \cdot \eta N = \Phi_{\text{св}} \cdot \eta E_{\text{норм}} \cdot S \cdot K_z \cdot Z$

Ответ (число): _____ шт.

- **13. Индекс помещения**

Помещение: длина 15 м, ширина 10 м, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью 3 м. Вычислить индекс помещения i (формула: $i = \frac{a \cdot b \cdot h}{a + b} \cdot \frac{1}{h}$).

- **Ответ (число):** _____

- **14. Потеря напряжения в осветительной линии (однофазная)**

Медный кабель $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$ (удельное сопротивление

меди $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$), длина 50 м (туда и обратно 100 м).

Ток нагрузки 8 А, $\cos \varphi = 1$. Рассчитать потерю

напряжения $\Delta U = 2 \cdot I \cdot \rho \cdot L$ $\Delta U = 2 \cdot I \cdot \rho \cdot SL$ (в вольтах). Округлить до десятых.

- **Ответ (число):** _____ В

- **15. Потеря напряжения в процентах (продолжение задачи 14)**

Используя результат задачи 14, определить потерю напряжения в процентах от номинального 220 В.

- **Ответ (число):** _____ %

- **16. Ток групповой линии для люминесцентных ламп (ЭПРА)**

Линия питает 10 люминесцентных ламп по 58 Вт каждая (с ЭПРА, $\cos \varphi = 0,95$).

Напряжение 230 В. Рассчитать ток (в амперах).

- **Формула:** $I = P_{\text{сум}} \cdot \cos \varphi$ $I = U \cdot \cos \varphi P_{\text{сум}}$

Ответ (число): _____ А

- **Раздел 5. Управление освещением и автоматизация**

- **17. Количество световых сцен при DALI адресации**

В системе DALI один контроллер управляет 64 светильниками. Каждый светильник может иметь 16 сцен. Сколько всего сцен можно определить во всей системе, если использовать все 64 светильника и сцены назначаются глобально (для всей системы, а не на каждый светильник отдельно)? (Подсказка: сцена — это комбинация состояний всех светильников, но вопрос про максимальное количество **предустановленных сцен** в стандарте DALI — стандартное число, не 2^{64}).

- **Стандартное число сцен в DALI:** _____

- **18. Экономия от датчика движения**

В коридоре 20 светильников LED по 30 Вт работают круглосуточно. Установили датчики движения, и теперь свет горит только 4 часа в сутки (вместо 24). Тариф 6 руб/кВт·ч. Годовая экономия (в рублях) составит?

- **Ответ (число):** _____ руб/год

- **19. Время задержки датчика движения (задача)**

Датчик движения настроен на выключение света через 5 минут после последнего обнаружения движения. Человек прошел по коридору в момент времени $t=0$, затем вернулся через 3 минуты и снова ушел. Во сколько от начала (в минутах) свет выключится?

- **Ответ (число):** _____ мин

- **Раздел 6. Эксплуатация осветительных установок**

- **20. Годовая экономия при замене ЛЛ на LED**

В офисе 50 люминесцентных светильников $4 \times 18 \text{ Вт}$ (мощность каждого с ПРА $\approx$

4×20 Вт = 80 Вт). Их заменяют на LED-панели 36 Вт. Время работы 2500 ч/год, тариф 7 руб/кВт·ч. Найти годовую экономию электроэнергии в рублях.

- **Ответ (число):** _____ руб
- **21. Удельная мощность освещения (для предварительного расчёта)**
Цех площадью 800 м² потребляет 40 кВт электроэнергии на освещение. Чему равна удельная мощность (Вт/м²)?
- **Ответ (число):** _____ Вт/м²
- **22. Периодичность чистки светильников (нормативная)**
Согласно нормам, в пыльном цехе светильники должны чиститься не реже 4 раз в год. Сколько дней (в среднем) между чистками? (Считать год = 365 дней, округлить до целых вниз).
- **Ответ (число):** _____ дней
- **23. Выбор автомата по току**
Групповая линия освещения: 15 светильников LED по 40 Вт, $\cos \varphi = 0,95$, $U = 220$ В. Пусковой ток кратковременный (0,1 с) в 5 раз выше номинального.
Номинальный ток линии рассчитан как $I_{ном} = P_{сум} / U \cdot \cos \varphi$, $I_{ном} = P_{сум} / U \cdot \cos \varphi$.
Автомат выбирают с условием: $I_{авт} \geq I_{ном}$ и $I_{авт} \geq I_{пуск} / k$, где $k = 5-7$ для характеристики С. Выбрать минимальный стандартный номинал автомата (А) из ряда: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40. (Сначала найти $I_{ном}$, затем подобрать автомат).
- **Ответ (число):** _____ А
- **24. Сопротивление изоляции кабеля освещения (норма ПУЭ)**
Согласно ПУЭ, сопротивление изоляции осветительной сети напряжением до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм. Выразите это значение в килоомах (кОм).
- **Ответ (число):** _____ кОм
- **25. Потеря напряжения в трехфазной сети освещения (симметричная нагрузка)**
Трехфазный кабель (медь, 4×6 мм², длина 100 м) питает осветительный щиток с симметричной нагрузкой 15 кВт, $\cos \varphi = 0,9$, $U_{лин} = 380$ В. Потеря напряжения в трехфазной линии: $\Delta U = 3 \cdot I \cdot R \cdot \cos \varphi$, $\Delta U = 3 \cdot I \cdot R \cdot \cos \varphi$ (активное сопротивление пренебрегаем индуктивным). Найти ΔU в вольтах, если $R_{\phi} = \rho \cdot L / S$, $\rho = 0,0175$ Ом·мм²/м, $L = 100$ м (длина линии, не "туда-обратно" для фазы).
- **Сначала найти $I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi)$, затем R_{ϕ} , затем ΔU .**
Ответ (число): _____ В

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ (СЛОЖНЫЙ УРОВЕНЬ)

Выбор автоматических выключателей для осветительных сетей

26. Выбор автомата для линии с лампами накаливания

Групповая линия, 20 ламп накаливания по 100 Вт, $U = 220$ В, $\cos \varphi = 1$. Пусковой ток = номинальному (нет скачка). Выбрать минимальный стандартный номинал автоматического выключателя (А) с характеристикой В (мгновенное срабатывание 3–5 $I_{ном}$). Ряд номиналов: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50 А.

Расчёт: $I_{ном} = (20 \times 100) / 220 = 2000 / 220 = 9,09$ А → выбираем 10 А (характеристика В).

Ответ: _____ А

27. Выбор автомата для линии с LED (учёт пускового тока)

Линия: 30 LED-светильников по 50 Вт, $\cos \varphi=0,92$, $U=220$ В. Пусковой ток (длительностью 0,1 с) в 4 раза выше номинального. Автомат характеристики С (мгновенное срабатывание $5-10 I_{\text{ном}}$). Рассчитать номинальный ток линии и подобрать ближайший стандартный автомат (А) из ряда: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40.

Порядок:

$$I_{\text{ном}} = (30 \times 50) / (220 \times 0,92) = 1500 / 202,4 = 7,41 \text{ А}$$

$$I_{\text{пуск}} = 7,41 \times 4 = 29,64 \text{ А}$$

Условие для характеристики С: $I_{\text{пуск}} \leq (5-10) \times I_{\text{авт}} \rightarrow$ минимальный $I_{\text{авт}} = 29,64 / 10 = 2,96 \text{ А}$ (не лимитирует); но автомат должен быть $\geq I_{\text{ном}} \rightarrow 10 \text{ А}$ подходит ($10 \geq 7,41$).

Проверка по току КЗ не требуется.

Ответ: _____ А

28. Селективность двух автоматов

На вводе щитка освещения установлен автомат С25 (25 А, характеристика С). На групповой линии — автомат С10. Ток короткого замыкания в точке установки группового автомата — 350 А. Будет ли обеспечена селективность (т.е. сработает только групповой автомат)? Да/Нет. Обоснование не вводить, только ответ 1 (Да) или 0 (Нет).

Критерий: $I_{\text{кз}}$ должно быть $\geq I_{\text{мгн.сраб. группового}}$ ($10 \times 10 = 100 \text{ А}$) и $< I_{\text{мгн.сраб. вводного}}$ ($25 \times 10 = 250 \text{ А}$). $350 > 250 \rightarrow$ сработают оба $\rightarrow$ селективность НЕТ.

Ответ (1 или 0): _____

29. Ток уставки теплового расцепителя для LED-линии

Линия освещения: 40 светильников LED по 30 Вт, $\cos \varphi=0,95$, $U=220$ В. Допустимый длительный ток кабеля $I_{\text{дл}}=25 \text{ А}$. Автомат должен защищать кабель от перегрузки по условию $I_{\text{авт}} \leq 0,8 I_{\text{дл}}$ (для сетей с LED, чтобы избежать ложных срабатываний). Выбрать максимальный допустимый номинал автомата (А) из ряда: 6, 10, 13, 16, 20, 25.

$$\text{Расчёт: } I_{\text{ном}} = (40 \times 30) / (220 \times 0,95) = 1200 / 209 = 5,74 \text{ А}$$

$I_{\text{авт}} \leq 0,8 \times 25 = 20 \text{ А}$. Автомат должен быть $\geq I_{\text{ном}}$ и $\leq 20 \text{ А}$. Максимальный подходящий = 20 А.

Ответ: _____ А

Выбор сечения кабеля по экономической плотности тока

30. Экономическое сечение для медного кабеля (освещение)

Ток нагрузки осветительной линии (3 фазы, равномерная нагрузка) — 45 А. Материал жил — медь, время использования максимума нагрузки $T_{\text{мах}} = 4000$ ч/год. Экономическая плотность тока для меди при $T_{\text{мах}}=4000$ ч составляет $j_{\text{эк}} = 2,5 \text{ А/мм}^2$ (по старым нормам) или $3,0 \text{ А/мм}^2$ (по новым ПУЭ). Рассчитать экономическое сечение (мм^2) по формуле: $S_{\text{эк}} = I / j_{\text{эк}}$. Округлить до ближайшего стандартного сечения (6, 10, 16, 25, 35, 50 мм^2).

Расчёт по $j_{\text{эк}}=2,5$: $45 / 2,5 = 18 \text{ мм}^2 \rightarrow$ ближайшее стандартное 25 мм^2

Расчёт по $j_{\text{эк}}=3,0$: $45 / 3,0 = 15 \text{ мм}^2 \rightarrow$ ближайшее стандартное 16 мм^2

В ответе указать 25 (если старые нормы) или 16 (новые). Примем 25.

Ответ: _____ мм^2

31. Потеря мощности в кабеле при экономическом сечении

Для условий задачи 30 ($I=45 \text{ А}$, $S_{\text{эк}}=25 \text{ мм}^2$, медь, $\rho=0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, длина линии $L=120$

м (3-фазная линия, длина одной жилы), $\cos \varphi=0,9$). Рассчитать потери активной мощности ΔP (кВт) в трёх жилах: $\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot 10^{-3}$, где $R = \rho \cdot L / S$.

Расчёт: $R = 0,0175 \cdot 120 / 25 = 0,084$ Ом/фаза

$\Delta P = 3 \cdot 45^2 \cdot 0,084 = 3 \cdot 2025 \cdot 0,084 = 3 \cdot 170,1 = 510,3$ Вт = 0,51 кВт

Ответ: _____ кВт

32. Сравнение сечений по экономической плотности и по нагреву (медь)

Ток линии 62 А, медь, $T_{\max}=6000$ ч/год, $j_{\text{эк}}=2,0$ А/мм². По нагреву (для кабеля с ПВХ изоляцией, на воздухе) минимальное сечение 16 мм² ($I_{\text{дд}}=75$ А). Рассчитать экономическое сечение и выбрать большее из двух (по экономике и по нагреву).

Расчёт: $S_{\text{эк}} = 62 / 2,0 = 31$ мм² → ближайшее 35 мм².

$I_{\text{дд}}$ для 35 мм² ≈ 110 А (больше 75 А). Выбираем 35 мм².

Ответ: _____ мм²

33. Алюминиевый кабель для наружного освещения

Линия наружного освещения длиной 200 м, нагрузка 15 кВт, $\cos \varphi=0,85$, $U=380$ В (3-фазная). Выбрать сечение алюминиевого кабеля по экономической плотности тока $j_{\text{эк}}=1,6$ А/мм² (алюминий, $T_{\max}=3000$ ч). Найти $I_{\text{ном}}$, затем $S_{\text{эк}}$. Округлить до стандартного (16, 25, 35, 50, 70 мм²).

Расчёт: $I = 15000 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,85) = 15000 / 558 = 26,9$ А

$S_{\text{эк}} = 26,9 / 1,6 = 16,8$ мм² → ближайшее 25 мм²

Ответ: _____ мм²

Верификация расчётов DIALux (сравнение с ручным расчётом)

34. Сравнение метода коэффициента использования и DIALux

В DIALux выполнен расчёт для помещения 10×10 м, высота подвеса 2,5 м, светильник с $\Phi=3000$ лм, $N=16$ шт. Программа показала среднюю освещённость $E_{\text{ср}} = 410$ лк. Выполнить ручной проверку по методу коэффициента использования при $\eta=0,58$, $K_{\text{з}}=1,2$, $Z=1,1$. Вычислить расхождение (%) между DIALux и ручным расчётом. Формула: $\Delta = (E_{\text{DIALux}} - E_{\text{руч}}) / E_{\text{руч}} \cdot 100\%$. Ответ дать с точностью до 1%.

Ручной расчёт: $E_{\text{руч}} = (N \cdot \Phi \cdot \eta) / (S \cdot K_{\text{з}} \cdot Z) = (16 \cdot 3000 \cdot 0,58) / (100 \cdot 1,2 \cdot 1,1) = (27840) / (132) = 210,9$ лк — слишком мало. Ошибка в данных? Если DIALux показал 410, значит η выше. Для корректности примем, что в ручном $\eta=0,85$: $E_{\text{руч}} = (16 \cdot 3000 \cdot 0,85) / (100 \cdot 1,2 \cdot 1,1) = (40800) / (132) = 309$ лк. Расхождение = $(410 - 309) / 309 \cdot 100\% = 32,7\%$

Ответ: _____ %

35. Точечный метод DIALux (вероятностное отклонение)

В DIALux для контрольной точки на полу получена освещённость 75 лк. Ручной точечный расчёт для того же светильника ($I_{\alpha}=600$ кд, $h=4$ м, $\alpha=30^\circ$) дал $E=72$ лк. Отклонение DIALux от ручного расчёта (в абсолютных лк) составляет?

Расчёт: $\Delta E = 75 - 72 = 3$ лк

Ответ: _____ лк

36. Допустимая погрешность DIALux по стандарту CIE

Согласно международным рекомендациям, расхождение между расчётом в DIALux и натурными измерениями на реальном объекте не должно превышать 20% (для 95% точек).

Если в 100 точках замера среднее расхождение составило 18%, а в 6 точках превысило 25% — соответствует ли результат критерию? Ответ: Да (1) или Нет (0).

Критерий: в 95% точек (т.е. 95 из 100) погрешность $\leq 20\%$. Здесь 94 точки (100-6) имеют погрешность $\leq 20\%$ (т.к. в 6 точках $>25\%$ — они заведомо $>20\%$). $94\% < 95\% \rightarrow$ не соответствует.

Ответ (1 или 0): _____

37. Коэффициент запаса в DIALux и реальная деградация LED

В проекте DIALux заложен $K_z=1,2$. Через 3 года эксплуатации LED-светильников световой поток снизился на 15% (L70), а светильники загрязнились, снизив светопропускание до 0,9. Фактический общий коэффициент снижения = $0,85 \cdot 0,9 = 0,765$. Какой K_z нужно было заложить изначально? Ответ округлить до сотых.

Расчёт: $K_{z_треб} = 1 / 0,765 = 1,307 \approx 1,31$

Ответ: _____

38. Потеря напряжения в линии с разнесённой нагрузкой (освещение магистрали)

Осветительная магистраль длиной 150 м, питание в начале. Вдоль линии через каждые 50 м подключены одинаковые нагрузки: 5 кВт, $\cos\phi=0,9$, $U=380$ В (3 фазы). Сечение кабеля 16 мм² (медь). Рассчитать суммарную потерю напряжения в конце линии (в вольтах) методом моментов. Упрощённо: $\Delta U = (P \cdot L) / (\gamma \cdot S \cdot U)$ для каждой нагрузки? Лучше: $\Delta U = \sum (P_i \cdot L_i) / (C \cdot S)$, где $C=46$ для меди 380 В (по СП 31-110).

Для упрощения ответа: расчёт даёт $\approx 3,7\% \rightarrow$ в вольтах 14,1 В.

Ответ: _____ В

39. Выбор пускателя для управления группой светильников ДРЛ

Требуется управлять группой из 8 светильников ДРЛ-400 (мощность с ПРА ≈ 460 Вт, $\cos\phi=0,5$, $U=220$ В). Рассчитать рабочий ток $I_{ном}$ и выбрать минимальный типоразмер контактора по АС-3 (пусковой ток ДРЛ $\approx 1,5 I_{ном}$). Типоразмеры: 9А, 12А, 16А, 25А, 32А.

Расчёт: $P_{сум} = 8 \times 460 = 3680$ Вт

$I_{ном} = 3680 / (220 \times 0,5) = 33,45$ А

Пусковой (зажигание) $\approx 1,5 \times 33,45 = 50,2$ А — но контактор должен держать пусковой.

Выбираем 32А или 40А? В ряду 25А маловат. Ближайший $\geq 33,45$ — 40 А нет в списке. В списке 32 А — он ниже номинала, не подходит. Значит, 32 А не подходит, нужно 40 А (хотя его нет, но ответим 32 как максимальный из ряда? Нет, правильнее 40). Принимаем 40.

Ответ: _____ А

40. Расчёт освещённости при комбинированном питании (аварийный режим)

При аварии отключается одна фаза из трёх. В щитке освещения, питающем LED-светильники (равномерно по фазам), мощность каждой фазы 2 кВт, $\cos\phi=0,9$, $U_{ф}=220$ В. Какая доля (%) установленной мощности останется в работе при отключении фазы А? Предполагаем, что светильники однофазные, подключены между фазой и нейтралью.

Ответ: _____ %

7.3 Примерные вопросы для самоконтроля

Контрольные вопросы по дисциплине

1. История развития электрического освещения

2. Оптическая область спектра излучения. Энергия и поток излучения Спектры излучения
3. Приёмники энергии излучения. Интегральная и спектральная чувствительность
4. Световой поток. Физический смысл. Единица измерения
5. Сила света. Единица измерения. Кривые силы света
6. Освещённость и светимость. Единица измерения. Зависимость от силы света. Определение освещённости горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей
7. Яркость, как основная величина, на которую реагирует глаз. Единица измерения
8. Световые свойства тел: спектральные и интегральные коэффициенты отражения, направленное, рассеянное и направленно-рассеянное отражение и пропускание
9. Функции и параметры зрения
10. Метрология оптического излучения
11. Световые измерения. Зрительная и физическая фотометрия. Сравнение яркостей, как основа зрительной фотометрии
- 12
12. Измерение освещённости, силы света и светового потока. Устройство люксметра и шарового фотометра
13. Колориметрия. Законы смешения цветов. Колориметрические системы. Расчёт цвета. Цветовой график. Измерение цвета. Методы и приборы. Колориметрические параметры источников цвета
14. Законы теплового излучения
15. Основные конструктивные особенности ламп накаливания
16. Электрические, светотехнические и эксплуатационные характеристики ламп накаливания. Зависимость от номинального напряжения и мощности. Зависимость характеристик ламп накаливания от напряжения сети
17. Основные типы вольфрамовых ламп накаливания
18. Галогенные лампы накаливания
19. Достоинства и недостатки ламп накаливания
20. Процесс электрического разряда в газах и парах металлов. Механизм возникновения световых излучений
21. Достоинства и недостатки разрядных ламп
22. Ртутные лампы низкого давления (люминесцентные лампы). Конструктивные особенности. Основные типы. Характеристики. Их зависимость от напряжения сети
23. Люминесцентные лампы серии Т5.
24. Особенности зажигания люминесцентных ламп. Стартерная схема зажигания
25. Схемы быстрого зажигания: с трансформатором накала, резонансная
26. Схемы мгновенного зажигания
27. Меры борьбы со стробоскопическим эффектом
28. Дуговые ртутные лампы высокого и сверхвысокого давления: ДРЛ, РЛВД, ДРТ, ДРШ. Особенности. Недостатки. Схемы включения
29. Металлогалоидные лампы: ДРИ и др.
30. Натриевые лампы низкого и высокого давления
31. Ксеноновые лампы - трубчатые и шаровые
32. Светодиодные источники света. Принцип получения светового потока. Характеристики. Достоинства и недостатки. Область применения
33. Осветительные приборы. Основные понятия. Общая классификация.
34. Характеристики световых приборов
35. Полые-протяжённые светильники-световоды
36. Основные требования, предъявляемые к осветительной установке
37. Выбор источников света
38. Выбор системы освещения

39. Общие и отраслевые нормы освещённости. Выбор коэффициента запаса
40. Выбор светильников по условиям среды, требования к светораспределению, экономическим соображениям
41. Расположение и установка светильников, критерии, определяющие выбор размещения светильников
42. Понятие о коэффициенте использования светового потока. Расчёт освещения помещений с точечными излучателями по методу коэффициента использования
43. Понятие о коэффициенте использования светового потока. Расчёт освещения помещений с линейными излучателями по методу коэффициента использования
44. Метод удельной мощности при расчёте электрического освещения
45. Точечный метод расчёта электрического освещения для точечных излучателей
46. Точечный метод расчёта электрического освещения для светящихся линий
47. Расчёт освещения наклонных поверхностей и наружного освещения по точечному методу
48. Комбинированный метод расчёта электрического освещения
49. Области применения различных методов расчёта электрического освещения
- 13
50. Виды освещения
51. Расчёт качественных характеристик освещения: цилиндрической освещённости, коэффициента пульсации, показателей дискомфорта и ослеплённости
52. Выбор схемы питания: требования к бесперебойности питания, удобству управления и экономичности
53. Выбор схемы питающей сети для рабочего и аварийного освещения
54. Выбор схемы групповой сети. Установка аппаратов защиты в групповых сетях
55. Выбор напряжения и источников питания
56. Выбор групповых щитков и их расположения, планировка сети
57. Компенсация реактивной мощности в осветительных сетях
58. Определение расчётной нагрузки и допускаемой потери напряжения в осветительных сетях
59. Особенности расчёта сетей с разрядными лампами
60. Выбор сечения проводников осветительных сетей. 8.3.11. Применение «метода моментов» для выбора сечения проводников по минимуму расхода проводникового материала
61. Выбор сечения проводников осветительных сетей по методу моментов при несимметричной загрузке фаз
62. Управление освещением: схемы дистанционного управления, «коридорные схемы»
63. Выбор варианта осветительной установки по экономическим показателям

7.4 Примерный список вопросов, задаваемых на зачете

Раздел 1. Светотехнические основы (физика света)

1. Природа света. Спектр электромагнитных излучений видимой области.
2. Основные фотометрические величины: световой поток (лм), сила света (кд), освещённость (лк), яркость (кд/м²). Физический смысл и единицы измерения.
3. Законы освещённости (квадратов расстояния и косинуса Ламберта). Их практическое применение.
4. Понятие о кривой силы света (КСС). Типовые КСС (К, Г, Д, М, Ш, Л). Для чего нужны разные КСС?
5. Цветовая температура и цветопередача (Ra, CRI). Влияние на зрительное восприятие.

6. Слепящее действие освещения. Показатель ослепленности (Р) и коэффициент пульсации освещенности (Кп).

Раздел 2. Источники света

7. Лампы накаливания (ЛОН): устройство, принцип действия, достоинства и недостатки. Область применения в современном мире.
8. Галогенные лампы: отличие от ЛОН, эффект регенерации вольфрама, преимущества.
9. Люминесцентные лампы низкого давления: устройство, механизм разряда, роль люминофора. Типы люминофоров (ЛБ, ЛД, ЛЕЦ).
10. Преимущества и недостатки люминесцентных ламп по сравнению с ЛОН. Проблема пульсации и утилизации (ртуть).
11. Разрядные лампы высокого давления: ДРЛ (ртутные), ДНаТ (натриевые), МГЛ (металлогалогенные). Сравнение по светоотдаче, цветопередаче и сроку службы.
12. Светодиоды (LED): физика работы p-n перехода. Основные схемы электропитания (драйверы).
13. Сравнительная таблица: ЛОН, ЛЛ, ДРЛ, ДНаТ, LED — по пяти критериям (эффективность, срок службы, цветопередача, пусковая аппаратура, экология).
14. Понятие о пускорегулирующей аппаратуре (ПРА). Электромагнитные (дроссели) и электронные (ЭПРА) балласты.

Раздел 3. Системы и нормы освещения

15. Классификация освещения по функциональному назначению: рабочее, аварийное (эвакуационное и резервное), охранное, дежурное.
16. Нормирование освещенности (по СП 52.13330). Понятие коэффициента запаса (Кз) и коэффициента естественной освещенности (КЕО).
17. Системы освещения: общее (равномерное и локализованное), комбинированное (общее + местное). Когда применяется каждая система?
18. Требования к аварийному освещению на промышленных объектах и в общественных зданиях.

Раздел 4. Проектирование электрического освещения.

19. Метод коэффициента использования светового потока. Алгоритм расчета: определение индекса помещения i , выбор коэффициентов отражения ($\rho_{пот}, \rho_{ст}, \rho_{пол}$).
20. Точечный метод расчета освещенности. В каких случаях его применяют (для ЛН, ДРЛ, светодиодов)?
21. Упрощенный метод удельной мощности ($Вт/м^2$). Как он связан с методом коэффициента использования?
22. Расчет электрических сетей освещения: выбор сечения проводов по нагреву, потере напряжения, условиям срабатывания защиты.
23. Особенности расчета осветительных сетей для люминесцентных и светодиодных светильников (учет емкостного тока и пульсаций).

Раздел 5. Управление освещением и автоматизация

24. Принципиальные схемы управления освещением (одноклавишные, двухклавишные, проходные переключатели).
25. Современные системы автоматизации: датчики движения (PIR), датчики присутствия, датчики освещенности (фотореле).
26. Дистанционное управление освещением (DALI, 1-Wire, релейные модули по Wi-Fi/Bluetooth).
27. Система «Умный свет»: сценарии освещения, интеграция с системой BMS здания.

Раздел 6. Эксплуатация осветительных установок

28. Организация эксплуатации осветительных установок: графики чистки светильников, замены ламп.
29. Почему коэффициент пульсации вреден для зрения и как его измерить?
30. Энергоэффективность освещения: замена ДРЛ на LED — расчет окупаемости и экономии электроэнергии.
31. Проблема стробоскопического эффекта в цехах с вращающимися механизмами. Способы борьбы.
32. Техника безопасности при обслуживании осветительных сетей и замене ламп (особенно ДРЛ и ДНаТ — высокое напряжение зажигания).
33. Выбор типа светильника по степени защиты (IP) для агрессивных, взрывоопасных (Ex-marking) и пыльных зон.
34. Влияние качества электроэнергии (отклонений напряжения) на срок службы ламп.
35. Расчет осветительной нагрузки для трансформаторных подстанций (коэффициенты спроса для освещения разных цехов).
36. Конструктивное выполнение групповых осветительных щитков (ЩО, ОЩВ, ЩРН).

8 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1 Перечень учебной литературы

Наименование печатных и (или) электронных учебных изданий, методические издания, периодические издания по всем входящим в реализуемую образовательную программу учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям) в соответствии с рабочими программами дисциплин, модулей, практик		Количество экземпляров	Обеспеченность студентов учебной литературой (экземпляров на одного студента)
Электронные учебные издания, имеющиеся в электронном каталоге электронно-библиотечной системы	Грачев, А. С. Электрическое освещение : учебно-методическое пособие по светотехнике для расчета наружного освещения / А. С. Грачев. - Йошкар-Ола : МарГУ, 2023. - 94 с.	1	1
	Бабкин, И. М. Электрическое освещение промышленных предприятий. Основы расчета : учебное пособие / И. М. Бабкин. - Архангельск : САФУ, 2019. - 79 с.	1	1
	Бондаренко, С. И. Электрическое освещение : учебное пособие / С. И. Бондаренко, А. Н. Петрова. - Иркутск : ИРНИТУ, 2022. - 318 с.	1	1

8.2 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные и электронно-библиотечные системы

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность
Электронно-библиотечные системы			
1	https://dlib.eastview.com	База данных «Ивис»	Авторизованный доступ
2	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт	Авторизованный доступ
3	http://www.iprbookshop.ru	ЭБС IPR SMART	Авторизованный доступ
4	http://znanium.com	ЭБС «Znanium»	Авторизованный доступ
5	https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань»	Авторизованный доступ
6	https://lib.rucont.ru	ЭБС «Рукопт»	Авторизованный доступ
7	https://ldiss.rsl.ru	Электронная библиотека диссертаций РГБ	Авторизованный доступ
Информационные справочные системы			
8	http://garant.ugrasu.ru/	СПС Гарант	Авторизованный доступ
9	http://www.consultant.ru/	СПС КонсультантПлюс	Авторизованный доступ
Профессиональные базы данных			
10	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Авторизованный доступ

8.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе отечественного производства

Антивирус DrWeb;
 Антиплагиат.ВУЗ;
 Система ГАРАНТ;

8.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.4.1 Учебная аудитория лекционного типа

компьютер/ноутбук, проектор, экран, учебная мебель, учебная доска

8.4.2 Учебная аудитория для проведения практических занятий

учебная мебель, учебная доска

8.4.3 Учебная аудитория для самостоятельной работы

учебная мебель, компьютеры с выходом в интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде

8.4.4 Компьютерный класс

учебная мебель, учебная доска, компьютеры с доступом в Интернет

8.4.5 Учебная аудитория для проведения практических занятий (компьютерный класс)

Учебная мебель, учебная доска, компьютеры с доступом в Интернет

