

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32


УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

 (инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Светотехнические установки и системы»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровая энергетика
Форма обучения	заочная
Год приема	2026


Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

В.П. Кузьменко

(инициалы, фамилия)

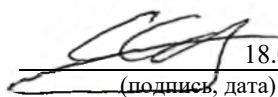
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Светотехнические установки и системы» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с областью конструкции сетей освещения и сопутствующего электрооборудования изучения особенностей проектирования и эксплуатации данных объектов профессиональной деятельности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (9 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в соответствии с ФГОС ВО с учетом применения современных цифровых технологий при проектировании осветительных приборов и систем искусственного освещения, а также знакомство обучающихся с физической природой и основой цветовых характеристик источников оптического излучения.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.1 анализирует зависимости между параметрами и характеристиками компонентов электроэнергетической системы ПК-5.Д.6 анализирует графики электрических нагрузок потребителей и определяет факторы, которые влияют на потребление электрической энергии

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Электроснабжение»,
- «Электрические машины»,
- «Электрические системы и сети».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и вспомогательное использование при прохождении производственной преддипломной практики и подготовке выпускной квалификационной работы, и изучении других дисциплин:

- «Планирование и технико-экономическое обоснование бизнес-проектов»,
- «Производственная преддипломная практика», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины,	3/ 108	3/ 108

ЗЕ/ (час)		
Из них часов практической подготовки	6	6
Аудиторные занятия , всего час.	12	12
в том числе:		
лекции (Л), (час)	6	6
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	6	6
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа , всего (час)	96	96
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Основные положения и этапы развития светотехники Тема 1.1. Основные этапы развития светотехники Тема 1.2. Свет как физическое явление и объект инженерного расчета Тема 1.3. Физические основы искусственного освещения	1				16
Раздел 2. Основные величины в расчетах искусственного освещения Тема 2.1. Основные физические и энергетические величины в расчетах искусственного освещения Тема 2.2. Приемники оптического излучения и их основные характеристики. Тема 2.3. Основные колориметрические понятия в оптическом излучении.	2		2		20
Раздел 3. Источники искусственного света и их инженерные характеристики. Тема 3.1. Классификация осветительных приборов. Тема 3.2 Тепловые источники излучения света. Тема 3.3. Люминесцентные источники излучения света. Тема 3.4 Полупроводниковые источники излучения света. Тема 3.5 Пускорегулирующие устройства для осветительных приборов.	2		2		20

Раздел 4. Расчет и проектирование электрических сетей искусственного освещения Тема 4.1. Современная нормативная база в области светотехники и электрических сетей искусственного освещения Тема 4.2. Расчет естественного и искусственного освещения. Коэффициент использования. Тема 4.3. Схемы питания осветительных сетей. Классификация осветительных сетей по назначению. Тема 4.4. Способы управления искусственным освещением. Интеллектуальное управление освещением.	2		2		20
Раздел 5. Энергетический аудит и показатели качества электрических сетей искусственного освещения. Тема 5.1. Энергетический аудит и энергетическое обследование электрических сетей искусственного освещения. Методики и средства цифрового мониторинга. Тема 5.2. Контроль электрических и светотехнических параметров осветительных приборов. Тема 5.3. Основы рационального использования искусственного света, инженерная защита окружающей среды и человека от светового загрязнения.	2				20
Итого в семестре:	6		6		96
Итого	6	0	6	0	96

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Основные положения и этапы развития светотехники Тема 1.1. Основные этапы развития светотехники. <i>Демонстрация слайдов.</i> История развития источников искусственного света. Переход от тепловых и газоразрядных источников к светодиодным системам освещения. Современное состояние и области применения светотехники. Тема 1.2. Свет как физическое явление и объект инженерного расчета. <i>Демонстрация слайдов.</i> Свет как электромагнитное излучение оптического диапазона. Видимая область спектра. Основные свойства света, учитываемые при инженерных расчетах освещения. Тема 1.3. <i>Демонстрация слайдов.</i> Физические основы искусственного освещения. Назначение искусственного освещения. Влияние световой среды на зрительную работу, безопасность и работоспособность человека. Основные

	требования к качеству освещения. Лекция-беседа.
2	<p>Раздел 2. Основные величины в расчетах искусственного освещения</p> <p>Тема 2.1. Основные физические и энергетические величины в расчетах искусственного освещения. <i>Проблемная лекция.</i> Поток излучения, сила излучения, энергетическая освещенность. Световой поток, сила света, освещенность, яркость, световая отдача. Отличие энергетических и светотехнических величин. Учет спектральной чувствительности зрения при переходе от энергетических величин к фотометрическим.</p> <p>Тема 2.2. Приемники оптического излучения и их основные характеристики. <i>Демонстрация слайдов.</i> Глаз человека как приемник оптического излучения. Спектральная чувствительность зрительного анализатора. Фотоэлектрические приемники, датчики освещенности, люксметры и спектральные приборы. Основные характеристики приемников оптического излучения.</p> <p>Тема 2.3. Основные колориметрические понятия в оптическом излучении. <i>Демонстрация слайдов и учебных визуализаций.</i> Цветовое восприятие оптического излучения. Цветовая температура, коррелированная цветовая температура, координаты цветности, индекс цветопередачи. Цветовые характеристики источников света и их влияние на качество искусственного освещения.</p>
3	<p>Раздел 3. Источники искусственного света и их инженерные характеристики</p> <p>Тема 3.1. Классификация осветительных приборов. <i>Демонстрация слайдов.</i> Классификация осветительных приборов по назначению, типу источника света, конструкции, светораспределению, степени защиты и условиям эксплуатации. Основные элементы осветительного прибора и их назначение.</p> <p>Тема 3.2. Тепловые источники излучения света. <i>Демонстрация слайдов.</i> Лампы накаливания и галогенные лампы. Принцип получения светового излучения за счет нагрева тела накала. Основные светотехнические характеристики, преимущества, недостатки и области применения тепловых источников света.</p> <p>Тема 3.3. Люминесцентные источники излучения света. <i>Демонстрация слайдов.</i> Газоразрядные и люминесцентные источники света. Принцип действия люминесцентной лампы. Роль люминофора в формировании спектрального состава излучения. Световая отдача, цветовые характеристики, пульсации светового потока и эксплуатационные ограничения.</p> <p>Тема 3.4. Полупроводниковые источники излучения света. <i>Демонстрация слайдов.</i> Светодиоды и светодиодные модули. Принцип действия светодиода. Световая отдача, цветовые параметры, тепловой режим, деградация светового потока и срок службы. Особенности применения светодиодных источников света в современных осветительных установках.</p> <p>Тема 3.5. Пускорегулирующие устройства для осветительных приборов. <i>Лекция-беседа.</i> Пускорегулирующие аппараты и электронные драйверы. Назначение устройств питания источников света. Требования к стабилизации тока, защите, электромагнитной совместимости и управлению осветительными приборами.</p>
4	<p>Раздел 4. Расчет и проектирование электрических сетей искусственного освещения</p> <p>Тема 4.1. Современная нормативная база в области светотехники и электрических сетей искусственного освещения. <i>Лекция-беседа.</i> Нормируемые показатели искусственного освещения. Требования к освещенности, равномерности, безопасности, надежности и энергоэффективности осветительных установок. Основные нормативные документы, применяемые при проектировании искусственного освещения.</p> <p>Тема 4.2. Расчет естественного и искусственного освещения. Коэффициент использования. <i>Лекция с разбором конкретной расчетной ситуации.</i> Методы расчета искусственного освещения. Нормируемая освещенность, коэффициент использования, коэффициент запаса, отражающие свойства поверхностей. Выбор числа светильников, их мощности и схемы размещения в помещении.</p> <p>Тема 4.3. Схемы питания осветительных сетей. Классификация осветительных сетей по назначению. <i>Лекция-беседа.</i> Рабочее, аварийное, эвакуационное и</p>

	<p>дежурное освещение. Групповые линии осветительных сетей. Схемы питания осветительных установок. Требования к надежности, защите и электробезопасности осветительных сетей.</p> <p>Тема 4.4. Способы управления искусственным освещением. Интеллектуальное управление освещением. <i>Лекция-дискуссия</i>. Ручное, автоматическое, датчиковое и сценарное управление освещением. Датчики присутствия и освещенности. Контроллеры, системы диспетчеризации и цифрового мониторинга. Возможности интеллектуального управления освещением для повышения энергоэффективности и качества световой среды.</p>
5	<p>Раздел 5. Энергетический аудит и показатели качества электрических сетей искусственного освещения</p> <p>Тема 5.1. Энергетический аудит и энергетическое обследование электрических сетей искусственного освещения. Методики и средства цифрового мониторинга. <i>Лекция с разбором конкретных ситуаций</i>. Цели и задачи энергетического обследования осветительных установок. Анализ энергопотребления, выявление потерь и оценка эффективности источников света. Средства цифрового мониторинга параметров электрических сетей искусственного освещения.</p> <p>Тема 5.2. Контроль электрических и светотехнических параметров осветительных приборов. <i>Демонстрация слайдов</i>. Контроль тока, напряжения, мощности и коэффициента мощности. Измерение освещенности, яркости, пульсаций светового потока, цветовой температуры и индекса цветопередачи. Оценка соответствия параметров осветительных приборов установленным требованиям.</p> <p>Тема 5.3. Основы рационального использования искусственного света, инженерная защита окружающей среды и человека от светового загрязнения. <i>Лекция с мозговым штурмом</i>. Рациональное использование искусственного света. Избыточная освещенность, световое загрязнение, засветка и нерациональное распределение светового потока. Влияние искусственного освещения на человека и окружающую среду. Инженерные меры снижения светового загрязнения и энергопотребления.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9				
1	Измерение и сравнительный анализ освещённости и цветовой температуры	3	3	2

	различных источников света			
2	Сравнительный анализ цветовых и энергетических характеристик источников света	3	3	2
Всего		6	6	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	70	70
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	8	8
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	96	96

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: https://e.lanbook.com/book/159873	Митрофанов, С. В. Энергоаудит систем освещения : учебное пособие / С. В. Митрофанов. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 102 с. — ISBN 978-5-7410-2218-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:	

	https://e.lanbook.com/book/159873 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
URL: https://e.lanbook.com/book/400655	Бондаренко, С. И. Электрическое освещение : учебное пособие / С. И. Бондаренко, А. Н. Петрова. — Иркутск : ИРНИТУ, 2022. — 318 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/400655 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
URL: https://e.lanbook.com/book/497552	Кузьменко В. П. Управление качеством светодиодных осветительных приборов: монография / В. П. Кузьменко, С. В. Солёный, О. Я. Солёная. — Санкт-Петербург: ГУАП, 2024. — 184 с. — ISBN 978-5-8088-1907-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497552 — Режим доступа: для авториз. Пользователей.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Методические рекомендации для самостоятельной подготовки, учебно-методические материалы по темам, мультимедийные презентации по темам, извлечения из нормативно-правовых актов по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	DIALux evo (свободно-распространяемое ПО)
2	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
3	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
4	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
2	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	Ассоциация ВИЭ, Академия ВИЭ. https://rawi.ru/academy/ Доступно авторизованным пользователям
5	Библиотека электронного журнала «Энергетика и промышленность России». https://www.eprussia.ru/lib/ Доступно авторизованным пользователям
6	Компьютерное моделирование искусственного DIALux. Свободный доступ. https://www.dialux-help.ru/catalog/1074 .

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	
2	Компьютеры с установленным на них ПО из таблицы 10	31-04 Б.М. (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
3	Лабораторный стенд типа «энергоаудит и светотехнические установки» или аналогичный	31-03 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 60% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов дифференцированного зачета	Код индикатора
1	Перечислите основные этапы развития светотехники и кратко охарактеризуйте каждый из них.	ПК-5.Д.1
2	Перечислите основные положения теории оптического излучения и поясните их значение для светотехники.	ПК-5.Д.1
3	Дайте определение светового поля и перечислите его основные характеристики.	ПК-5.Д.1
4	Опишите порядок расчета интегральных характеристик светового поля точечного излучателя.	ПК-5.Д.1
5	Дайте определение силы света, укажите единицу измерения и опишите способы ее измерения.	ПК-5.Д.1
6	Дайте определение светового потока, укажите единицу измерения и опишите способы его измерения.	ПК-5.Д.1
7	Дайте определения освещенности и яркости, укажите их единицы измерения и способы измерения.	ПК-5.Д.1
8	Объясните, что такое спектр излучения, и охарактеризуйте основные типы приемников излучения.	ПК-5.Д.1
9	Сравните тепловое излучение и люминесценцию по физической природе и условиям возникновения.	ПК-5.Д.1
10	Перечислите основные положения теории люминесценции и поясните их содержание.	ПК-5.Д.1
11	Перечислите основные виды искусственных источников излучения	ПК-5.Д.1

№ п/п	Перечень вопросов дифференцированного зачета	Код индикатора
	и кратко охарактеризуйте их.	
12	Опишите принцип работы тепловых источников оптического излучения и приведите примеры таких источников.	ПК-5.Д.1
13	Опишите принцип работы светодиодных источников излучения и перечислите их основные характеристики.	ПК-5.Д.1
14	Объясните физическую сущность электрического разряда в газах и его значение для источников света.	ПК-5.Д.1
15	Охарактеризуйте световые приборы ближнего и дальнего действия и укажите области их применения.	ПК-5.Д.1
16	Приведите классификацию светильников и охарактеризуйте основные группы светильников.	ПК-5.Д.1
17	Перечислите методы расчета электрического освещения и электрических сетей освещения, указав назначение каждого метода.	ПК-5.Д.1
18	Объясните требования нормирования освещения и опишите порядок расчета естественного и искусственного освещения.	ПК-5.Д.1
19	Опишите правила размещения светильников на плане помещения при проектировании освещения.	ПК-5.Д.1
20	Опишите алгоритм расчета освещения методом коэффициента использования светового потока.	ПК-5.Д.1
21	Опишите порядок расчета освещения методом удельной мощности и укажите область его применения.	ПК-5.Д.1
22	Поясните порядок расчета силы света, условной освещенности и относительной освещенности.	ПК-5.Д.1
23	Дайте определение светового загрязнения и перечислите классы степени засветки неба.	ПК-5.Д.1
24	Перечислите методы расчета установок наружного освещения и поясните, когда применяется каждый метод.	ПК-5.Д.1
25	Опишите порядок выбора осветительных щитов, аппаратов защиты и аппаратов управления освещением.	ПК-5.Д.1
26	Объясните требования нормирования наружного освещения и охарактеризуйте светильники и опоры наружного освещения.	ПК-5.Д.1
27	Опишите основные методы расчета наружного освещения и приведите исходные данные, необходимые для расчета.	ПК-5.Д.1
28	Перечислите виды искусственного освещения по назначению и типу использования.	ПК-5.Д.1
29	Дайте определение аварийного освещения и перечислите основные нормы, предъявляемые к нему.	ПК-5.Д.1
30	Опишите назначение, особенности и области применения прожекторного освещения.	ПК-5.Д.1

№ п/п	Перечень вопросов дифференцированного зачета	Код индикатора
31	Объясните, что включает энергетический аудит электрического освещения, и перечислите его основные этапы.	ПК-5.Д.1
32	Объясните, что включает световой аудит электрического освещения, и перечислите его основные этапы.	ПК-5.Д.1
33	Перечислите способы экономии электрической энергии в системах освещения и поясните их эффективность.	ПК-5.Д.1
34	Опишите способы управления потреблением электрической энергии при использовании искусственного освещения.	ПК-5.Д.1
35	Объясните, что понимается под управлением качеством освещения, и перечислите его основные показатели.	ПК-5.Д.1
36	Объясните, как осветительные приборы одного типа могут влиять на качество электрической энергии в сетях освещения.	ПК-5.Д.1
37	Перечислите способы управления освещением и кратко охарактеризуйте каждый из них.	ПК-5.Д.1
38	Перечислите санитарные правила и нормы освещенности для различных объектов человеческой деятельности.	ПК-5.Д.1
39	Дайте определение коррелированной цветовой температуры и укажите ее единицу измерения.	ПК-5.Д.1
40	Опишите порядок определения коррелированной цветовой температуры источников света.	ПК-5.Д.1
41	Перечислите методы расчета коррелированной цветовой температуры и поясните их применение.	ПК-5.Д.1
42	Объясните принцип действия фотоэлектрических колориметров и укажите, какие параметры они измеряют.	ПК-5.Д.1
43	Дайте определение оптического излучения и опишите его спектральные характеристики.	ПК-5.Д.1
44	Приведите классификацию приемников оптического излучения и объясните понятия интегральной и спектральной чувствительности.	ПК-5.Д.1
45	Перечислите энергетические величины оптического излучения и укажите единицы их измерения.	ПК-5.Д.1
46	Перечислите основные световые величины и укажите единицы их измерения.	ПК-5.Д.1
47	Опишите устройство, принцип действия, достоинства, недостатки и области применения инфракрасных ламп накаливания.	ПК-5.Д.1
48	Объясните особенности электрического разряда в газах и парах металлов, используемых в источниках света.	ПК-5.Д.6
49	Приведите классификацию осветительных приборов и охарактеризуйте основные классификационные признаки.	ПК-5.Д.6
50	Перечислите виды и системы освещения и поясните их назначение.	ПК-5.Д.6

№ п/п	Перечень вопросов дифференцированного зачета	Код индикатора
51	Опишите порядок выбора светильников и расчета их расположения в помещении.	ПК-5.Д.6
52	Перечислите требования техники безопасности при эксплуатации осветительных установок.	ПК-5.Д.6
53	Перечислите современную нормативную документацию в области искусственного и естественного освещения в помещениях.	ПК-5.Д.6
54	Сравните естественное и искусственное освещение по источникам света, нормируемым показателям и условиям применения.	ПК-5.Д.6
55	Опишите фитобиологическое влияние света на живые организмы и организм человека.	ПК-5.Д.6
56	Перечислите показатели качества электрической энергии в электрических сетях освещения и поясните их значение.	ПК-5.Д.6
57	Объясните понятие надежности сетей освещения и перечислите показатели, которыми она оценивается.	ПК-5.Д.6
58	Перечислите характерные типы отказов осветительных приборов и кратко опишите причины их возникновения.	ПК-5.Д.6
59	Опишите назначение и функции пускорегулирующей аппаратуры в современных осветительных приборах.	ПК-5.Д.6
60	Перечислите основные причины отказов светодиодных осветительных приборов и поясните механизм их возникновения.	ПК-5.Д.6
61	Перечислите основные причины отказов ламп накаливания и поясните механизм их возникновения.	ПК-5.Д.6
62	Перечислите основные причины отказов газоразрядных светильников и поясните механизм их возникновения.	ПК-5.Д.6
63	Перечислите основные причины отказов люминесцентных светильников и поясните механизм их возникновения.	ПК-5.Д.6
64	Опишите назначение компьютерного моделирования сетей освещения и перечислите основные этапы моделирования.	ПК-5.Д.6
65	Перечислите методики измерения световой отдачи и поясните порядок проведения измерений.	ПК-5.Д.6
66	Перечислите показатели качества современных осветительных приборов и поясните их назначение.	ПК-5.Д.6
67	Опишите назначение и структуру интеллектуальных систем управления освещением.	ПК-5.Д.6
68	Охарактеризуйте системы освещения, встраиваемые в другие энергетические объекты, и приведите примеры их применения.	ПК-5.Д.6
69	Перечислите современные проблемы и перспективные направления развития осветительных технологий.	ПК-5.Д.6
70	Опишите алгоритмы интеллектуального управления освещением и поясните их основные функции.	ПК-5.Д.6

№ п/п	Перечень вопросов дифференцированного зачета	Код индикатора
71	Объясните требования нормирования освещения и опишите порядок расчета естественного и искусственного освещения.	ПК-5.Д.6
72	Опишите принципы оптимального размещения светильников на плане помещения.	ПК-5.Д.6
73	Опишите расчет освещения методом коэффициента использования светового потока и перечислите необходимые исходные данные.	ПК-5.Д.6
74	Объясните принципы расчета освещения методом удельной мощности.	ПК-5.Д.6
75	Опишите вольт-амперную характеристику газоразрядного промежутка в лампах и поясните ее участки.	ПК-5.Д.6
76	Перечислите основные формы электрического разряда в лампах и охарактеризуйте каждую форму.	ПК-5.Д.6
77	Перечислите основные характеристики светильников и прожекторов и поясните их влияние на выбор прибора.	ПК-5.Д.6
78	Опишите способы измерения коррелированной цветовой температуры источников света.	ПК-5.Д.6
79	Объясните принципы расчета электрического освещения и электрических сетей освещения.	ПК-5.Д.6
80	Перечислите санитарные нормы рабочего освещения и поясните область их применения.	ПК-5.Д.6
81	Опишите, как учитывается естественное освещение при проектировании сетей освещения.	ПК-5.Д.6
82	Опишите правила размещения аварийных светильников на плане помещения.	ПК-5.Д.6
83	Перечислите требования к аварийной освещенности на объектах с массовым пребыванием людей.	ПК-5.Д.6
84	Опишите порядок выполнения расчета освещения методом удельной мощности на практическом примере.	ПК-5.Д.6
85	Опишите порядок измерения силы света и укажите используемые средства измерений.	ПК-5.Д.6
86	Опишите порядок измерения освещенности и укажите используемые средства измерений.	ПК-5.Д.6
87	Опишите порядок измерения коэффициента пульсации освещенности и поясните его значение.	ПК-5.Д.6
88	Объясните проблемы избыточной яркости уличного освещения в мегаполисах и возможные способы их снижения.	ПК-5.Д.6
89	Опишите методы расчета установок наружного освещения и укажите требования к исходным данным.	ПК-5.Д.6
90	Опишите порядок выбора вспомогательного осветительного оборудования.	ПК-5.Д.6

№ п/п	Перечень вопросов дифференцированного зачета	Код индикатора
91	Перечислите особенности обслуживания протяженных сетей уличного освещения.	ПК-5.Д.6
92	Перечислите перспективные технологии, основанные на использовании светодиодных источников света.	ПК-5.Д.6
93	Опишите порядок выбора и расчета расположения светильников уличного освещения.	ПК-5.Д.6
94	Перечислите требования пожарной безопасности к сетям освещения.	ПК-5.Д.6
95	Опишите требования к использованию переносных световых установок в помещениях повышенной опасности.	ПК-5.Д.6
96	Перечислите требования к освещению на объектах повышенной и особой опасности.	ПК-5.Д.6
97	Опишите фитобиологическое влияние различных спектров света на живые организмы.	ПК-5.Д.6
98	Перечислите показатели качества искусственного освещения и поясните их значение.	ПК-5.Д.6
99	Дайте определение коэффициента использования осветительных установок и поясните его применение в расчетах.	ПК-5.Д.6
100	Опишите возможности компьютерного моделирования естественной и искусственной освещенности и перечислите основные этапы моделирования.	ПК-5.Д.6

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
1	<p><u>Что такое оптическое излучение?</u></p> <p>а) Видимые огоньки на небе</p> <p>б) Распространение электромагнитных волн в оптическом диапазоне</p> <p>в) Распределение световой энергии по площади</p> <p>г) Механический процесс рассеяния света</p>	ПК-5 Д-1

2	<p><u>Что такое энергетический аудит и энергетическое обследование электрических сетей искусственного освещения?</u></p> <p>а) Изучение процессов аудиозаписи и аудиовоспроизведения б) Исследование воздействия звуковых волн на электрические сети в) Анализ энергопотребления, эффективности использования электроэнергии и поиск путей оптимизации г) Оценка яркости и цветовой температуры света в помещениях</p>	ПК-5 Д-6
<p>2 туп. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
3	<p><u>Какие из следующих технологий используются для управления светотехническими системами?</u></p> <p>а) Диммеры б) Датчики движения с) Световые фильтры д) Линзы</p>	ПК-5 Д-1
4	<p><u>Какие меры безопасности необходимо учитывать при установке светотехнических систем?</u></p> <p>а) Защита от перегрева б) Защита от влаги с) Защита от короткого замыкания д) Защита от пыли</p>	ПК-5 Д-6
<p>3 туп. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>		
5	<p><u>Сопоставьте типы источников света к их спектральным характеристикам.</u></p> <p>1) Люминесцентные лампы дневного света а) Высокая цветовая температура б) Низкая цветовая температура</p> <p>2) Лампы накаливания с) Белый свет д) Желтый свет е) Высокая цветопередача ф) Низкая цветопередача</p>	ПК-5 Д-1
6	<p><u>Сопоставьте типы светильников к их конструктивным особенностям.</u></p> <p>1) Встраиваемые светильники а) Монтаж в потолок 2) Подвесные светильники. б) Подвеска на тросах с) Компактные размеры д) Большие размеры</p>	ПК-5 Д-6
<p>4 туп. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>		
7	<p><u>Составьте правильную последовательность шагов проектирования светотехнической системы:</u></p> <p>а) Выбор источников света</p>	ПК-5 Д-1

	b) Анализ требований освещения c) Разработка схемы освещения d) Монтаж и настройка оборудования	
8	<u>Составьте правильную последовательность шагов создания системы управления освещением.</u> a) Разработка программного обеспечения b) Установка датчиков и контроллеров c) Оценка потребностей d) Тестирование и ввод в эксплуатацию	ПК-5 Д-6
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
9	<u>Какие технологии используются для создания систем автоматического управления освещением и как они работают?</u>	ПК-5 Д-1
10	<u>Какие основные преимущества использования светодиодного освещения по сравнению с традиционными источниками света?</u>	ПК-5 Д-6

Примечание: СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Компьютерное моделирование и расчет внутренней освещенности помещения

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала производится согласно темам разделов дисциплины, представленным в таблице 4.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

11.5. В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Лабораторная работа №4. Измерение и сравнительный анализ освещённости и цветовой температуры различных источников света

Цель работы

Цель работы – экспериментально измерить основные параметры различных источников света: освещённость, коррелированную цветовую температуру и экспозиционные параметры, а также сравнить естественный и искусственный свет по результатам измерений.

Методика выполнения работы

Выберите источники света, которые будут исследоваться. Для каждого источника запишите его тип и, если возможно, паспортные данные: мощность, световой поток, цветовую температуру, индекс цветопередачи.

Установите смартфон с программой для измерения освещенности (рис 4.1) или люксметр на рабочей поверхности. Датчик должен быть направлен в сторону источника света. Не закрывайте датчик рукой и не допускайте попадания на него тени от корпуса прибора или других объектов.

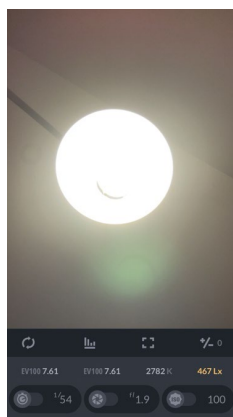


Рис. 4.1 Интерфейс программы цифрового измерителя освещенности

Включите первый источник света и дождитесь стабилизации показаний. Запишите освещённость E , лк. Повторите измерение для всех выбранных источников света. Для естественного света зафиксируйте условия измерения: время суток, наличие облачности, положение относительно окна.

Для каждого источника света запишите значение коррелированной цветовой температуры (ССТ), если приложение или прибор позволяет её измерять. При измерении ССТ необходимо помнить, что мобильное приложение даёт ориентировочную оценку. Результат зависит от камеры смартфона, алгоритма приложения, баланса белого и условий измерения. Поэтому полученные значения используются как учебные экспериментальные данные, а не как метрологически точные результаты.

Если приложение отображает EV_{100} и EV_{200} , запишите эти значения в таблицу. Если приложение не показывает EV , можно рассчитать EV_{100} по измеренной освещённости:

$$EV_{100} = \log_2 \left(\frac{E_{\text{изм}}}{2,5} \right).$$

Для ISO 200 можно использовать приближение: $EV_{200} \approx EV_{100} + 1$.

Запишите результаты в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

форма для записи измерений к лабораторной работе №4

Источник света	Тип источника	Расстояние	Освещённость (лк)	ССТ (К)	EV_{200}	EV_{100}
Источник 1						
Источник 2						
Источник 3						
Естественный свет						

Постройте график зависимости EV_{100} и EV_{200} от освещённости, чтобы продемонстрировать связь между этими параметрами.

Содержание отчёта

Отчёт о лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Цель лабораторной работы.
3. Краткое описание используемого прибора или приложения.
4. Перечень исследованных источников света.
5. Условия измерений: расстояние, положение датчика, наличие внешней засветки.

6. Таблицу измерений.
7. Расчёт средних значений освещённости.
8. Краткое сравнение источников по освещённости и цветовой температуре.
9. Выводы.

В выводах необходимо указать, какой источник дал наибольшую освещённость, какой имел наиболее тёплый свет, какой – наиболее холодный, и насколько заметно отличались показания для естественного и искусственного света.

Контрольные вопросы

1. Что такое освещённость и в каких единицах она измеряется?
2. Почему при измерении освещённости важно фиксировать расстояние до источника света?
3. Что показывает коррелированная цветовая температура?
4. Почему два источника с одинаковой цветовой температурой могут восприниматься по-разному?
5. Какие ограничения есть у мобильного приложения как измерительного прибора?
6. Что такое EV_{100} ?
7. Как связаны освещённость и экспозиционное число?
8. Почему измерения желательно повторять несколько раз?
9. Какие факторы могут исказить результат измерения?
10. Чем естественный свет отличается от искусственного по условиям измерения?

Лабораторная работа №5. Сравнительный анализ цветовых и энергетических характеристик источников света

Цель работы

Цель работы – определить координаты цветности различных источников света по измеренной коррелированной цветовой температуре, нанести полученные точки на диаграмму CIE 1931 и сравнить источники по цветовому оттенку.

В ходе работы необходимо: использовать результаты измерений, полученные в лабораторной работе №4; перевести измеренные значения CCT в координаты цветности (x , y); нанести точки источников света на диаграмму CIE 1931; сравнить положение источников относительно области тёплого, нейтрального и холодного белого света; сделать вывод о различиях между исследованными источниками.

Методика выполнения работы

Коррелированная цветовая температура CCT показывает общий оттенок белого света: тёплый, нейтральный или холодный. Однако одного значения CCT недостаточно для полного описания цвета источника. Более наглядно цвет источника задаётся координатами цветности (x , y) на диаграмме CIE 1931.

На диаграмме CIE 1931 каждая точка соответствует определённой цветности излучения. Белые источники света располагаются вблизи кривой абсолютно чёрного тела. Источники с низкой цветовой температурой находятся ближе к тёплой жёлто-красной области, а источники с высокой цветовой температурой – ближе к холодной синеватой области.

Используйте таблицу измерений из лабораторной работы №4. Для каждого источника света необходимо взять: тип источника; измеренную освещённость E , лк; измеренную коррелированную цветовую температуру CCT, К.

Одним из возможных вариантов для перевода CCT в координаты цветности (x , y) может служить следующее эмпирическое выражение по формуле МакКэми:

$$T_{\text{ц}} = 437n^3 + 3601n^2 + 6861n + 5517,$$

$$n = \begin{cases} \frac{1}{T_{\text{ц}}} \\ \frac{x - 0,3320}{0,1858 - y} \end{cases}.$$

Для приблизительно «теплого» и «нейтрального» диапазона коррелированной цветовой температуры эмпирическая форма расчета может выглядеть так:

$$x \approx \begin{cases} -4,6070 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{T_{\text{ц}}^3} + 2,9678 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{T_{\text{ц}}^2} + 0,9911 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{T_{\text{ц}}} + 0,244063, & 1667\text{K} \leq T_{\text{ц}} \leq 4000\text{K}, \\ -2,0064 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{T_{\text{ц}}^3} + 1,9018 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{T_{\text{ц}}^2} + 0,24748 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{T_{\text{ц}}} + 0,23704, & 4000\text{K} \leq T_{\text{ц}} \leq 25000\text{K}. \end{cases}$$

После нахождения x координата y обычно приближённо вычисляется по упрощенной формуле:

$$y \approx -3,000 x^2 + 2,870 x - 0,275.$$

Это упрощённая эмпирика, хорошо работающая для большинства источников в диапазоне от ~2000 К до ~10000 К. При более экстремальных значениях могут возникать заметные погрешности.

После ручного расчёта координат (x , y) необходимо проверить результат с помощью онлайн-калькулятора:

<https://www.waveformlighting.com/tech/calculate-cie-1931-xy-coordinates-from-cct>

В калькулятор вводится измеренное значение CCT, после чего записываются координаты (x , y), полученные автоматически.

Для обратной проверки можно использовать второй калькулятор:

<https://www.waveformlighting.com/tech/calculate-color-temperature-cct-from-cie-1931-xy-coordinates/>

В него вводятся рассчитанные координаты (x , y), после чего проверяется, близко ли восстановленное значение ССТ к исходному.

Результаты ручного расчёта и проверки заносятся в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

№	Источник света	ССТ, К	$x_{\text{расч.}}$	$y_{\text{расч.}}$	$x_{\text{кальк.}}$	$y_{\text{кальк.}}$	Δx	Δy	Δxy
1	Источник 1								
2	Источник 2								
3	Источник 3								
4	Источник 4								
5	Естественный свет								

В столбцы « $x_{\text{расч.}}$ » и « $y_{\text{расч.}}$ » заносятся координаты, рассчитанные вручную по эмпирическим формулам. В столбцы « $x_{\text{кальк.}}$ » и « $y_{\text{кальк.}}$ » заносятся значения, полученные через онлайн-калькулятор.

Для расчета отклонения первой координаты цветности используется выражение:

$$\Delta x = |x_{\text{расч.}} - x_{\text{кальк.}}|.$$

Для расчета отклонения второй координаты цветности используется выражение:

$$\Delta y = |y_{\text{расч.}} - y_{\text{кальк.}}|.$$

Суммарное отклонение на плоскости цветности:

$$\Delta xy = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}.$$

На диаграмме цветности CIE 1931 нанесите точки, соответствующие каждому источнику света.

Далее для каждого исследуемого источника света рассчитайте цветовой сдвиг относительно кривой чёрного тела, используя формулу:

$$\Delta_{x,y} = \sqrt{(x - x_{\text{чт}})^2 + (y - y_{\text{чт}})^2},$$

где $\Delta_{x,y}$ – приближённый цветовой сдвиг относительно кривой абсолютно чёрного тела; x , y – координаты цветности исследуемого источника; $x_{\text{чт}}$, $y_{\text{чт}}$ – координаты точки на кривой абсолютно чёрного тела для той же коррелированной цветовой температуры.

Координаты $x_{\text{чт}}$, $y_{\text{чт}}$ можно определить по калькулятору или по диаграмме CIE 1931. Чем меньше $\Delta_{x,y}$, тем ближе источник к излучению абсолютно чёрного тела данной цветовой температуры. Чем больше $\Delta_{x,y}$, тем сильнее дополнительный оттенок источника, например зеленоватый или розоватый.

Если координаты (x , y) были получены только пересчётом из ССТ, то цветовой сдвиг отдельно не рассчитывается, поскольку такая точка уже построена по

аппроксимации кривой белого света. В этом случае в отчёте достаточно сравнить ручной расчёт координат с онлайн-калькулятором.

После заполнения табл. 6.1 необходимо нанести полученные координаты цветности на диаграмму CIE 1931. Для построения можно использовать координаты, рассчитанные вручную, либо координаты, полученные с помощью онлайн-калькулятора. Выбранный вариант необходимо указать в подписи к рисунку или в тексте отчёта.

На диаграмме каждая точка должна быть подписана названием соответствующего источника света. Например: «Источник 1», «LED 3000 К», «LED 4000 К», «лампа накаливания», «естественный свет». После построения диаграммы необходимо сравнить положение точек и определить, какие источники расположены ближе к области тёплого белого света, какие – к области нейтрального белого света, а какие – к области холодного белого света.

Если точки двух источников расположены близко друг к другу, это означает, что их цветовой оттенок по координатам цветности близок. Если точки заметно разнесены на диаграмме, то источники будут восприниматься по-разному даже при близких значениях освещённости.

При анализе диаграммы необходимо учитывать, что координаты цветности характеризуют именно цвет излучения, но не определяют его яркость и не показывают качество цветопередачи. Поэтому источник с большей освещённостью не обязательно будет иметь более «качественный» цвет, а источник с одинаковой цветовой температурой может отличаться по положению точки на диаграмме.

Содержание отчёта

Отчёт о лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Цель лабораторной работы.
3. Краткое описание исследованных источников света.
4. Таблицу исходных измерений, полученных в лабораторной работе №4.
5. Пример ручного расчёта координат цветности для одного из источников света.
6. Таблицу сравнения координат цветности, рассчитанных вручную и полученных с помощью онлайн-калькулятора.
7. Диаграмму цветности CIE 1931 с нанесёнными точками исследованных источников света.
8. Оценку отклонения источников от кривой абсолютно чёрного тела (если применимо).
9. Анализ положения точек на диаграмме цветности.

10. Выводы.

В выводах необходимо указать, какие источники воспринимаются как тёплые, нейтральные или холодные, насколько близко совпали результаты ручного расчёта и онлайн-калькулятора, а также какой источник наиболее заметно отличается от остальных по цветовому оттенку.

Контрольные вопросы

1. Что показывает коррелированная цветовая температура источника света?
2. Почему одного значения цветовой температуры недостаточно для полного описания цвета источника?
3. Для чего используют координаты цветности?
4. Что показывает диаграмма цветности CIE 1931?
5. Почему белые источники света располагаются вблизи кривой абсолютно чёрного тела?
6. Как по диаграмме цветности определить, какой источник воспринимается как более тёплый или более холодный?
7. Для чего в работе сравниваются результаты ручного расчёта и онлайн-калькулятора?
8. Почему результаты ручного расчёта и онлайн-калькулятора могут немного отличаться?
9. В каком случае имеет смысл оценивать отклонение источника от кривой абсолютно чёрного тела?
10. Почему координаты цветности не позволяют оценить качество цветопередачи источника света?

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Название учебного заведения
КАФЕДРА № ____

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

по курсу: Светотехнические установки и системы

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ
СТУДЕНТ ГР. № _____

подпись, дата

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 20__

Содержание отчета

Цель работы: _____

Задачи:

1. _____
2. _____
3. _____

Теоретические сведения

В отчете по лабораторной работе обязательно должны быть указаны теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторной работы, в том числе данные об установке, на которой выполнялась работа.

Расчетно-графическая часть

В начале указываются исходные данные, расчеты, графические построения.

Выводы

Отчет по лабораторной работе обязательно должен содержать выводы по лабораторной работе, в которой должны отражаться факты достижения цели.

Список используемой литературы

Список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018 – Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление лабораторной работы выполняется в соответствии с требованиями отдела нормативной документации ГУАП, представленными на сайте ГУАП.

http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml.

1. Общие требования

1.1. В соответствии с ГОСТ 7.32-2017 – СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления отчет по лабораторной работе оформляется любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4.

1.2. В отчете по лабораторной работе допускается интервал 1.0 и 1.5, кегль не менее 12, выравнивание по ширине, отступ красной строки 1.0.

1.3. Цвет шрифта должен быть черным.

2. Нумерация страниц отчета

2.1. Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляется в низу каждого листа по центру.

2.2. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляется.

3. Нумерация разделов и подразделов отчета

3.1. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего отчета, обозначенные арабскими цифрами.

3.2. Разделы могут быть разбиты на подразделы. Нумерация подразделов составляется из номера раздела и подраздела, обозначенного через точку, например, «1.1.». В конце названия разделов и подразделов точка не ставится.

4. Иллюстрации

4.1. Иллюстрации подписываются снизу арабскими цифрами через пробел после слова «Рисунок» и имеют либо сквозную нумерацию, либо нумерацию в соответствии с разделами отчета.

4.2. Все иллюстрации (рисунки) должны иметь название, которое указывается после номера иллюстрации через тире, например, «Рисунок 1 – Структурная схема одноконтурной САР».

4.3. Подписи всех иллюстраций выравниваются по центру строки.

5. Графики

5.1. Графики должны быть четкими. При оформлении графиков необходимо указывать обозначения координатных осей и самих графиков.

5.2. Если графики отражают сравнение двух экспериментов, рекомендуется их выполнение в одной системе координат.

6. Таблицы

6.1. В отчете по лабораторной работе рекомендуется сквозная нумерация таблиц. Допускается нумерация таблиц в пределах раздела отчета. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

6.2. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

6.3. Нумерация таблиц производится со словом «Таблица» без знака «No», например, «Таблица 1».

6.5.4. Каждая таблица должна иметь название, которое следует помещать над таблицей слева без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

11.6. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы.

Учебным планом не предусмотрено.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Самостоятельная работа по дисциплине направлена на закрепление теоретического материала, изученного на лекционных занятиях, подготовку к лабораторным работам, освоение расчетных методов и формирование навыков анализа параметров искусственного освещения и электрических сетей осветительных установок. В ходе самостоятельной работы обучающийся изучает рекомендованную литературу, нормативно-технические документы, конспекты лекций и учебно-методические материалы, выполняет подготовку к текущему контролю, обобщает результаты выполненных лабораторных работ и формирует выводы по изучаемым темам.

При выполнении самостоятельной работы обучающемуся рекомендуется последовательно изучать материалы дисциплины в соответствии с тематическим планом, уделяя особое внимание основным светотехническим величинам, характеристикам источников света, методам расчета искусственного освещения, схемам питания осветительных сетей, способам управления освещением и вопросам энергетической эффективности. Результаты самостоятельной работы могут быть использованы при подготовке к лабораторным занятиям, выполнении контрольных работ, промежуточной аттестации и решении прикладных инженерных задач в области проектирования и эксплуатации систем искусственного освещения.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится в течение семестра и направлен на проверку степени освоения обучающимися теоретического материала, понимания основных светотехнических понятий, способности применять расчетные методы и анализировать параметры осветительных установок. Контроль осуществляется по результатам выполнения лабораторных работ, контрольных заданий, устных опросов, проверки самостоятельной подготовки, а также выполнения заданий, связанных с расчетом и оценкой характеристик систем искусственного освещения.

При проведении текущего контроля учитывается полнота и правильность выполнения заданий, обоснованность принимаемых технических решений, корректность использования светотехнических и электротехнических величин, умение применять нормативные требования, а также способность обучающегося объяснять полученные результаты. Особое внимание уделяется владению основными понятиями дисциплины,

пониманию принципов работы источников искусственного света, методов расчета освещения, схем питания осветительных сетей и способов повышения энергетической эффективности осветительных установок.

Результаты текущего контроля используются преподавателем для оценки хода освоения дисциплины обучающимися, выявления тем, требующих дополнительного изучения, а также для допуска к промежуточной аттестации. При проведении промежуточной аттестации учитываются результаты выполнения лабораторных работ, контрольных заданий, активность обучающегося в ходе занятий и качество выполнения самостоятельной работы в течение семестра. Для обучающихся по заочной форме обучения результаты контрольной работы рассматриваются как один из элементов текущего контроля и учитываются при итоговой оценке освоения дисциплины.

11.9. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа - 30 минут.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой