

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

 (подпись, фамилия)

(подпись)

«17» февраля 2025 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	Цифровая энергетика
Форма обучения	очно-заочная
Год приема	2025

Санкт-Петербург – 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.П. Кузьменко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

(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 «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.

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 в области проектирования сетей освещения, а также знакомство обучающихся с основными передовыми и перспективными принципами проектирования, расчета и управления сетями освещения. Дисциплина принадлежит части, формируемой участниками образовательных отношений.

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»,
- «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии»
- «Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов».

## 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b> ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 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 (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Основные положения и этапы развития светотехники Тема 1.1. Основные этапы развития светотехники Тема 1.2. Основные положения оптического излучения. Энергетические величины и их определение. Тема 1.3. Основные положения электрического освещения.	4		2		20
Раздел 2. Искусственные источники излучения света Тема 2.1. Спектры и приемники излучения. Искусственные источники излучения. Тема 2.2. Тепловые источники излучения света. Электрические разряды в лампах. Тема 2.3. Высокочастотные источники излучения света. Тема 2.4. Светодиодные источники света.	4		4		20

<p>Раздел 3. Осветительные приборы</p> <p>Тема 3.1. Классификация осветительных приборов.</p> <p>Тема 3.2. Пускорегулирующие устройства для осветительных приборов.</p> <p>Тема 3.3. Способы управления искусственным освещением.</p> <p>Интеллектуальное управление освещением и цифровые технологии в данной отрасли.</p> <p>Тема 3.4. Влияние современных осветительных приборов на показатели качества электрической энергии, электромагнитную совместимость, энергоэффективность.</p>	4		4		10
<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</p> <p>Тема 4.2. Расчет естественного и искусственного освещения. Коэффициент использования.</p> <p>Тема 4.3. Расчет качественных и надежностных показателей осветительных приборов и сетей освещения.</p> <p>Тема 4.4. Схемы питания осветительных сетей.</p> <p>Классификация осветительных сетей по назначению.</p>	3		4		10
<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.</p> <p>Тема 5.2. Контроль электрических и светотехнических параметров осветительных приборов.</p> <p>Тема 5.3. Основы рационального использования искусственного света, инженерная защита окружающей среды и человека от светового загрязнения.</p>	2		3		14
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	0	74

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
<b>1</b>	Раздел 1. Основные положения и этапы развития светотехники Тема 1.1. Основные этапы развития светотехники Тема 1.2. Основные положения оптического излучения. Энергетические величины и их определение. Тема 1.3. Основные положения электрического освещения.
<b>2</b>	Раздел 2. Искусственные источники излучения света Тема 2.1. Спектры и приемники излучения. Искусственные источники излучения. Тема 2.2. Тепловые источники излучения света. Электрические разряды в лампах. Тема 2.3. Высокочастотные источники излучения света. Тема 2.4. Светодиодные источники света.
<b>3</b>	Раздел 3. Осветительные приборы Тема 3.1. Классификация осветительных приборов. Тема 3.2. Пускорегулирующие устройства для осветительных приборов. Тема 3.3. Способы управления искусственным освещением. Интеллектуальное управление освещением и цифровые технологии в данной отрасли. Тема 3.4. Влияние современных осветительных приборов на показатели качества электрической энергии, электромагнитную совместимость, энергоэффективность.
<b>4</b>	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. Расчет качественных и надежности показателей осветительных приборов и сетей освещения. Тема 4.4. Схемы питания осветительных сетей. Классификация осветительных сетей по назначению.
<b>5</b>	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.

#### 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	Компьютерное моделирование и расчет внутренней освещенности помещения	2		1
2	Компьютерное моделирование и рендеринг расчетов внутренней освещенности помещения с учетом норм минимальной освещенности	4		2
3	Сравнительный анализ энергоэффективности применения линейных люминесцентных ламп с электромагнитной и электронной ПРА, линейных светодиодных ламп	4		3
4	Сравнительный анализ освещенности, координат цветности, коррелированной цветовой температуры и спектрального распределения плотности видимой части излучения различных источников света	4		4
5	Энергоаудит энергоэффективности применения в помещении общего и комбинированного освещения	3		5
Всего		17		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение 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)	48	48
Курсовое проектирование (КП, КР)		



Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)	10	10
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

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)
	Жукова Е.В. Гигиенические основы производственного освещения. Методы обследования и гигиеническая оценка световой среды на рабочих местах: учебное пособие. / Е. В. Жукова, Г. В. Куренкова; // ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра профильных гигиенических дисциплин. – Иркутск : ИГМУ, 2021. – 51 с.	-
	А.Н. Бабко. Электрическое освещение и энергоэффективность: учебное пособие / А.Н. Бабко, С.П. Инютин. // Астана: Издательство ТОО «Nomad Trading», 2015 г. – 375 с.: ил.	-
	В. Д. Елкин. Электрическое освещение : учеб.-метод. пособие / В. Д. Елкин, А. В. Иванейчик. // М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 101 с	-
	Бородянко В.Н. / «Энергоаудит систем освещения» Методические указания к проведению лабораторных работ. // Бородянко В.Н., Степанов А.Ю. Челябинск: Учтех-Профи 2018.	-

**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
<a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php">https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php</a>	Электронная библиотека ГУАП
<a href="https://profstandart.rosmintrud.ru">https://profstandart.rosmintrud.ru</a>	База профессиональных стандартов
<a href="https://www.dialux-help.ru/catalog/1074">https://www.dialux-help.ru/catalog/1074</a>	Компьютерное моделирование искусственного DIALux

**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	ПО DIALux evo

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
	Не предусмотрено

**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	Мультимедийная лекционная аудитория	Большая Морская 67, ауд. 31-03 или Московский проспект 149 ВА (ауд. 418)
2	Персональные компьютеры с предустановленным ПО DIALux, лабораторный стенд типа «энергоаудит и светотехнические установки» или аналогичный	Большая Морская 67, а 31-03 или Московский проспект 149 ВА (ауд. 418)

**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»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

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 для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета	Код индикатора
1-47	1. Перечислите Основные этапы развития светотехники. 2. Перечислите основные положения оптического излучения. 3. Что такое световое поле? Какие его основные характеристики? 4. Расчет интегральных характеристик светового поля точечного излучателя? 5. Понятие силы света. Измерения силы света? 6. Понятие светового потока. Измерения светового потока? 7. Понятия освещенности и яркости. Измерения освещенности и яркости? 8. Спектры излучения и приемники излучения? 9. Тепловое излучение и люминесценция? 10. Основные положения люминесценции? 11. Искусственные источники излучения? 12. Тепловые источники оптического излучения? 13. Светодиодные источники излучения? 14. Электрический разряд в газах? 15. Световые приборы ближнего и дальнего действия? 16. Характеристика и классификация светильников? 17. Методы расчета электрического освещения и электрических сетей освещения? 18. Нормирование освещения. Расчет естественного и искусственного освещения? 19. Размещение светильников на плане помещения? 20. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока? 21. Расчет освещения методом удельной мощности? 22. Расчет силы света, условной и относительной освещенности? 23. Понятие светового загрязнения. Классы степени засветки неба? 24. Методы расчета установок наружного освещения? 25. Выбор осветительных щитов, аппаратов защиты и управления? 26. Нормирование наружного освещения. Светильники и опоры наружного освещения? 27. Методы расчета наружного освещения? 28. Виды искусственного освещения по типу использования? 29. Аварийное освещение и его нормы? 30. Прожекторное освещение? 31. Энергетический аудит электрического освещения?	ПК-5.Д.1

	<p>32. Световой аудит электрического освещения?</p> <p>33. Способы экономии электрической энергии в освещении?</p> <p>34. Управление потреблением при использовании искусственного освещения?</p> <p>35. Управление качеством освещения?</p> <p>36. Влияние осветительных приборов равного типа на качество электрической энергии в сетях освещения?</p> <p>37. Способы управления освещением?</p> <p>38. Санитарные правила и нормы освещенности на различных объектах человеческой деятельности?</p> <p>39. Понятие коррелированной цветовой температуры?</p> <p>40. Определение коррелированной цветовой температуры источников света?</p> <p>41. Методы расчета коррелированной цветовой температуры?</p> <p>42. Принцип действия фотоэлектрических колориметров?</p> <p>43. Оптическое излучение и его спектральная характеристика?</p> <p>44. Приемники оптического излучения, их классификация. Интегральная и спектральная чувствительность приемников?</p> <p>45. Энергетические величины оптического излучения и единицы их измерения?</p> <p>46. Основные световые величины и единицы их измерения?</p> <p>47. Устройство, принцип действия, достоинства, недостатки и применение инфракрасных ламп накаливания?</p>	
48-98	<p>48. Электрический разряд в газах и парах металлов?</p> <p>49. Классификация осветительных приборов?</p> <p>50. Виды и системы освещения?</p> <p>51. Выбор и расчет расположения светильников в помещении?</p> <p>52. Техника безопасности при эксплуатации осветительных установок?</p> <p>53. Современная нормативная документация в области искусственного и естественного освещения в помещениях?</p> <p>54. Сравнительный анализ естественного и искусственного освещения?</p> <p>55. Фитобиологические явления влияния света на живые организмы и организм человека?</p> <p>56. Показатели качества электрической энергии в электрических сетях освещения?</p> <p>57. Надежность сетей освещения?</p> <p>58. Характерные типы отказов осветительных приборов?</p> <p>59. Пускорегулирующая аппаратура в современных осветительных приборах?</p> <p>60. Основные причины отказов светодиодных осветительных приборов?</p> <p>61. Основные причины отказов ламп накаливания?</p> <p>62. Основные причины отказов газоразрядных светильников?</p> <p>63. Основные причины отказов люминесцентных светильников?</p>	ПК-5.Д.6

<p>64. Компьютерное моделирование сетей освещения?</p> <p>65. Методики измерений световой отдачи?</p> <p>66. Номенклатура показателей качества современных осветительных приборов?</p> <p>67. Интеллектуальные системы управления освещением?</p> <p>68. Системы освещения, встраиваемые в другие энергетические объекты?</p> <p>69. Современные проблемы и перспективы развития осветительных технологий?</p> <p>70. Алгоритмы интеллектуального управления освещением?</p> <p>71. Нормирование освещения. Расчет естественного и искусственного освещения?</p> <p>72. Оптимальное размещение светильников на плане помещения?</p> <p>73. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока?</p> <p>74. Принципы расчета освещения методом удельной мощности?</p> <p>75. Вольтамперная характеристика газоразрядного промежутка в лампах?</p> <p>76. Основные формы электрического разряда в лампах?</p> <p>77. Основные характеристики светильников и прожекторов?</p> <p>78. Измерения коррелированной цветовой температуры?</p> <p>79. Принципы расчета электрического освещения и электрических сетей освещения?</p> <p>80. Санитарные нормы рабочего освещения?</p> <p>81. Использование естественного освещения при проектировании сетей освещения?</p> <p>82. Размещение аварийных светильников на плане помещения?</p> <p>83. Аварийная освещенность многолюдных объектов?</p> <p>84. Принципы расчета освещения методом удельной мощности?</p> <p>85. Измерение силы света?</p> <p>86. Измерение освещенности?</p> <p>87. Измерение коэффициента пульсаций?</p> <p>88. Проблемы яркости уличного освещения мегаполисов?</p> <p>89. Методы расчета установок наружного освещения?</p> <p>90. Выбор вспомогательного осветительного оборудования?</p> <p>91. Обслуживание протяженных сетей уличного освещения?</p> <p>92. Перспективные технологии с использованием светодиодных источников света?</p> <p>93. Выбор и расчет расположения светильников уличного освещения?</p> <p>94. Пожарная безопасность сетей освещения?</p> <p>95. Использование переносных световых установок в помещениях повышенной опасности?</p> <p>96. Освещение на объектах повышенной и особой опасности?</p> <p>97. Фитобиологические явления различных спектров света?</p> <p>98. Показатели качества искусственного освещения?</p>	
--	--

	99. Коэффициент использования осветительных установок? 100. Компьютерное моделирование естественной и искусственной освещенности?	
--	--	--

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения 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><b>1 тип.</b> 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 б) Распространение электромагнитных волн в оптическом диапазоне в) Распределение световой энергии по площади г) Механический процесс рассеяния света</p>	ПК-5 Д-1 ПК-5 Д-6
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-1 ПК-5 Д-6
	<p><b>2 тип.</b> 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>2. Какие из следующих технологий используются для управления светотехническими системами?</u></p> <p>а) Диммеры б) Датчики движения в) Световые фильтры г) Линзы</p>	ПК-5 Д-1 ПК-5 Д-6
4	<p><u>Какие меры безопасности необходимо учитывать при установке светотехнических систем?</u></p> <p>а) Защита от перегрева б) Защита от влаги в) Защита от короткого замыкания г) Защита от пыли</p>	ПК-5 Д-1 ПК-5 Д-6

<p><b>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</b></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>3. Сопоставьте типы источников света к их спектральным характеристикам.</u></p> <p>1) Люминесцентные лампы дневного света</p> <p style="padding-left: 150px;">a) Высокая цветовая температура</p> <p style="padding-left: 150px;">b) Низкая цветовая температура</p> <p>2) Лампы накаливания</p> <p style="padding-left: 150px;">c) Белый свет</p> <p style="padding-left: 150px;">d) Желтый свет</p> <p style="padding-left: 150px;">e) Высокая цветопередача</p> <p style="padding-left: 150px;">f) Низкая цветопередача</p>	<p>ПК-5 Д-1</p> <p>ПК-5 Д-6</p>
6	<p><u>3. Сопоставьте типы светильников к их конструктивным особенностям.</u></p> <p>1) Встраиваемые светильники</p> <p>2) Подвесные светильники.</p> <p style="padding-left: 150px;">a) Монтаж в потолок</p> <p style="padding-left: 150px;">b) Подвеска на тросах</p> <p style="padding-left: 150px;">c) Компактные размеры</p> <p style="padding-left: 150px;">d) Большие размеры</p>	<p>ПК-5 Д-1</p> <p>ПК-5 Д-6</p>
<p><b>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</b></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>a) Выбор источников света</p> <p>b) Анализ требований освещения</p> <p>c) Разработка схемы освещения</p> <p>d) Монтаж и настройка оборудования</p> <p><u>Составьте правильную последовательность шагов создания системы управления освещением.</u></p> <p>a) Разработка программного обеспечения</p> <p>b) Установка датчиков и контроллеров</p> <p>c) Оценка потребностей</p> <p>d) Тестирование и ввод в эксплуатацию</p>	<p>ПК-5 Д-1</p> <p>ПК-5 Д-6</p>
<p><b>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</b></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание</p>		
8	<p><u>Какие технологии используются для создания систем автоматического управления освещением и как они работают?</u></p> <p><u>Какие основные преимущества использования светодиодного освещения по сравнению с традиционными источниками света?</u></p>	<p>ПК-5 Д-1</p> <p>ПК-5 Д-6</p>

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
	Не предусмотрено

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 выполнению лабораторных работ.

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.

### Задание и требования к проведению лабораторных работ

## **Лабораторная работа №1**

### **Компьютерное моделирование и расчет внутренней освещенности помещения**

#### **1.1 Введение**

В данной лабораторной работе обучающиеся знакомятся с функционалом программы DIALux evo для создания светотехнических проектов. Работа охватывает все основные этапы: от скачивания и установки программы до финального экспорта расчетов в PDF и расстановок в AutoCAD или NanoCAD.

#### **1.2 Цель работы**

- Освоить базовые принципы работы в DIALux evo.
- Научиться импортировать файлы в формате .dwg.
- Разработать модель помещения с учетом архитектурных элементов (стены, проемы, потолки).

- Провести расстановку светильников и объектов, работу с текстурами и материалами.
- Выполнить расчет освещенности, рендеринг и экспорт результатов.

### 1.3 Необходимые материалы и оборудование

- Компьютер с установленной операционной системой, поддерживающей Dialux EVO.
- Последняя версия программы DIALux evo (скачивается с официального сайта).
- Чертеж в формате .dwg.
- Библиотеки текстур, материалов, светильников и объектов (при наличии).
- Программа AutoCAD для импорта расстановок.

### 1.4 Методика выполнения работы

Сначала необходимо скачать и установить программу Dialux EVO на персональный компьютер, для этого необходимо перейти по ссылке: <https://www.dialux.com/en-GB/dialux> и нажать на кнопку Download DIALux evo, после чего запустится процесс скачивания дистрибутива бесплатной версии программы на ваш персональный компьютер.

После завершения процесса скачивания, необходимо произвести установку программы DIALux evo следуя пошаговым инструкциям окна «мастера» установки программы.

Для того, чтобы выполнить данную лабораторную работу необходимо подготовить чертеж помещения в формате dwg, для чего можно использовать программу NanoCAD или аналогичную. Далее необходимо запустить программу DIALux evo и выполнить **импорт вашего dwg файла.**

Этап 1. Запуск программы, **импорт dwg файла.**

При запуске программы DIALux evo появится стартовое окно представленное на рис. 1.1.

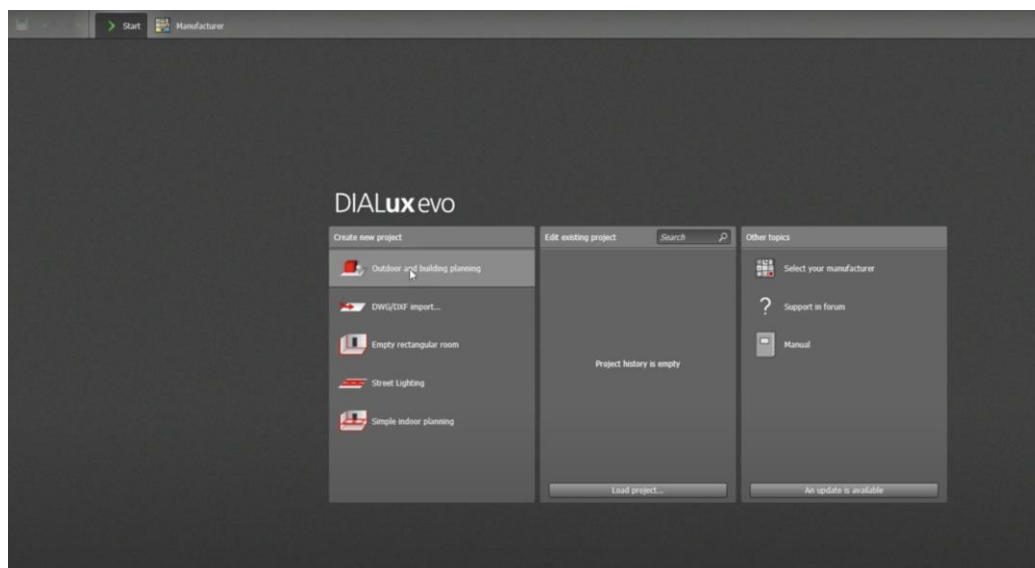


Рис. 1.1 – Стартовое окно программы DIALux evo

Далее в разделе «Create new project» необходимо выбрать пункт «Outdoor and building planning», после чего откроется пустое пространство нового проекта, как представлено на рисунке 1.2.

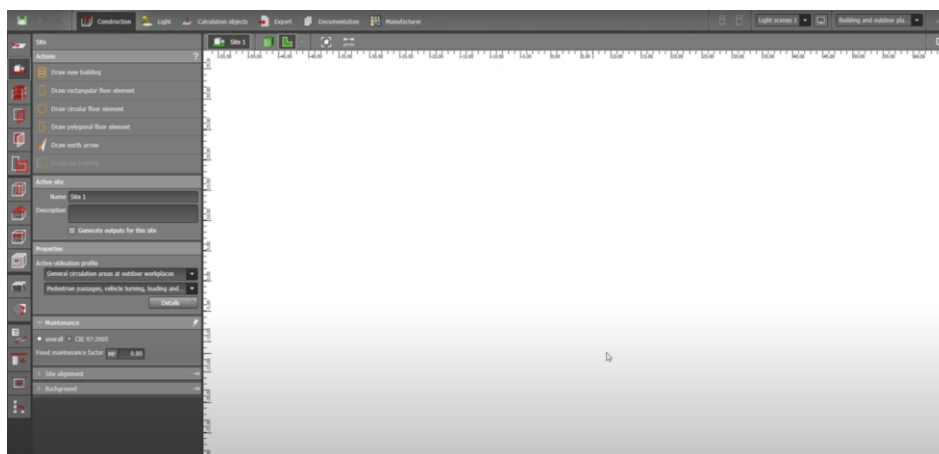


Рис. 1.2 – Пустое пространство нового проекта программы DIALux evo

В левом верхнем углу находится вкладка «Drawings» где располагается меню Import DWG, после чего откроется окно импорта файлов, как показано на рисунке 1.3.

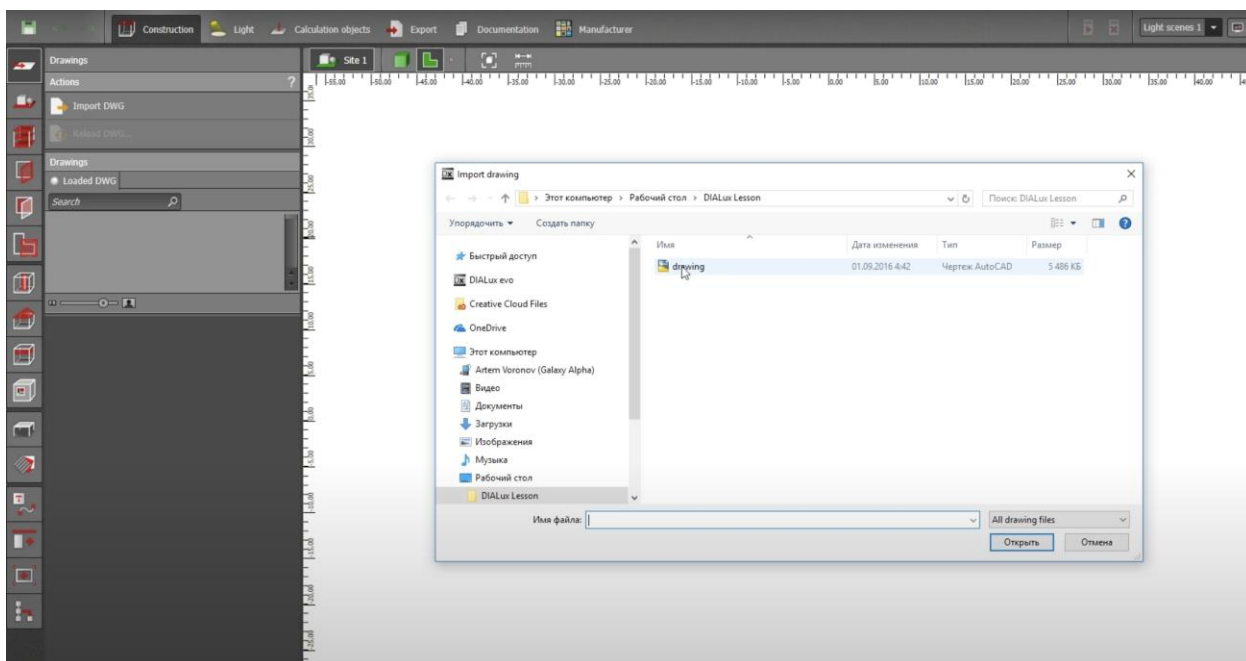


Рис 1.3. – Окно импорта DWG файла в поле проекта программы DIALux evo

Находим на компьютере файл чертежа внутренних помещений и импортируем его в программу. Далее очень важно попасть в масштаб помещений, для этого проверяем масштаб во вкладке Scale подобрать масштаб в метрах или сантиметрах, далее необходимо проверить размеры помещения используя инструмент «линейка», см. рис. 1.4.

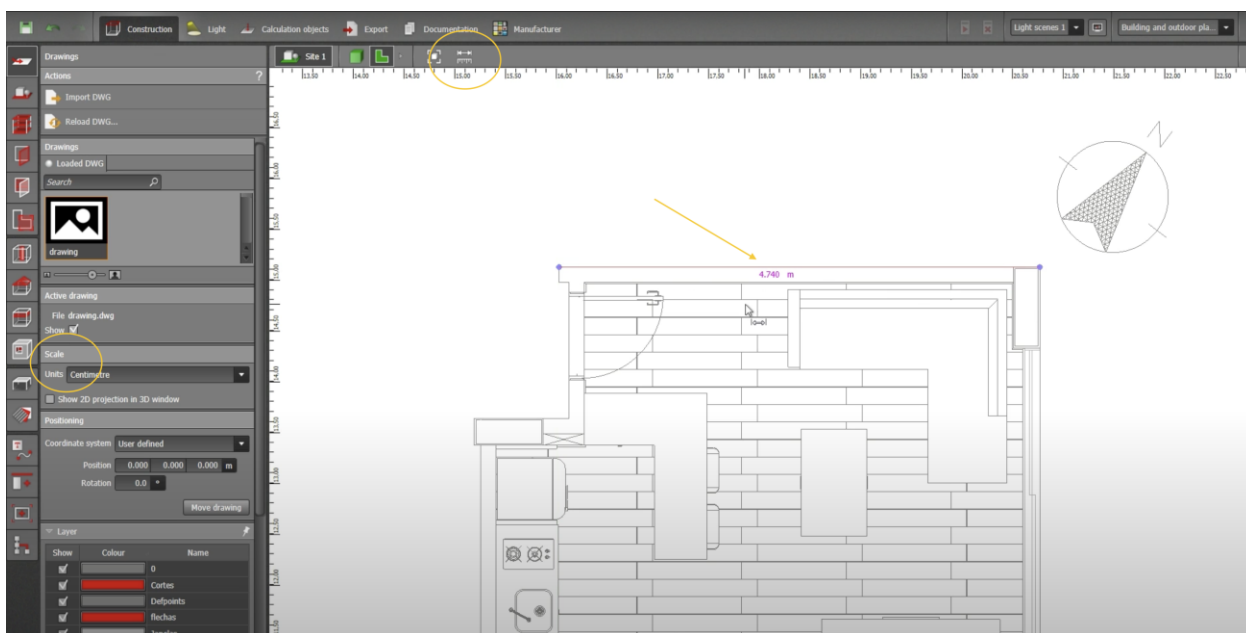


Рис. 1.4 – Проверка соответствия масштабов элементов помещения в проекте

После того, как масштаб элементов плана помещения установлен корректно обязательно сохраните проект в ту папку, в которой вы работаете.

## Этап 2. Построение помещения.

Для того, чтобы выполнить построение помещения в проекте DIALux evo необходимо обвести контур помещения, которое вы импортировали из вашего dwg файла,

для этого необходимо выбрать вкладку «Site» и кликнуть на действие «Draw new building», далее необходимо обвести контур вашего помещения как показано на рисунке 1.5. Важно чтобы полигон (обводка) полностью был замкнут.

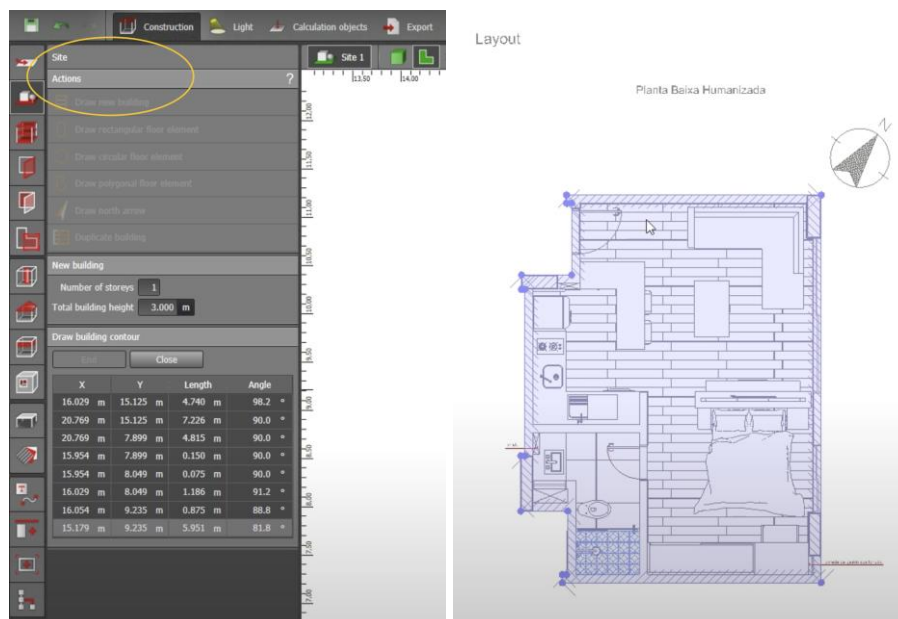


Рис. 1.5 – Обводка контура помещения и использованием инструмента «Draw new building»

Далее необходимо обвести внутренний контур помещения, для этого надо использовать инструмент «Draw new indoor contour» во вкладке «Storey and building construction» и убедиться, что получился замкнутый полигон (см. рис. 1.6.). При нажатии клавиши «F7» можно включать и выключать подложку dwg файла. Если на полигон необходимо добавить новую точку, это можно сделать, находясь во вкладке «Storey and building construction» кликом правой кнопкой мыши по полигону.

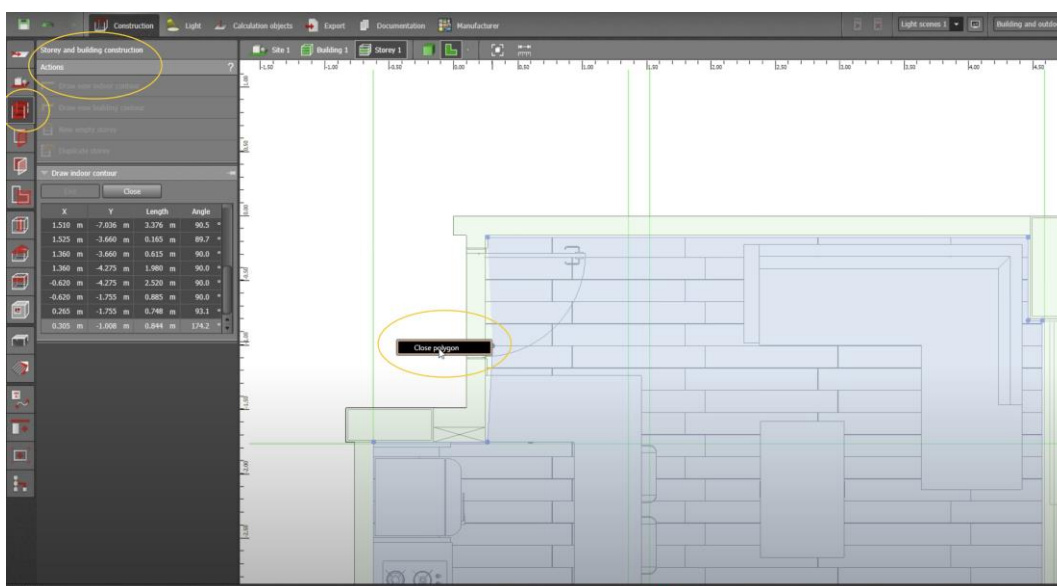


Рис. 1.6 – Обводка внутреннего контура помещения и использованием инструмента «Draw new indoor contour» во вкладке «Storey and building construction»

Далее необходимо проставить высоту помещения, для этого в разделе проекта «Storey and building construction» во вкладке «Properties» (см рис. 1.7).

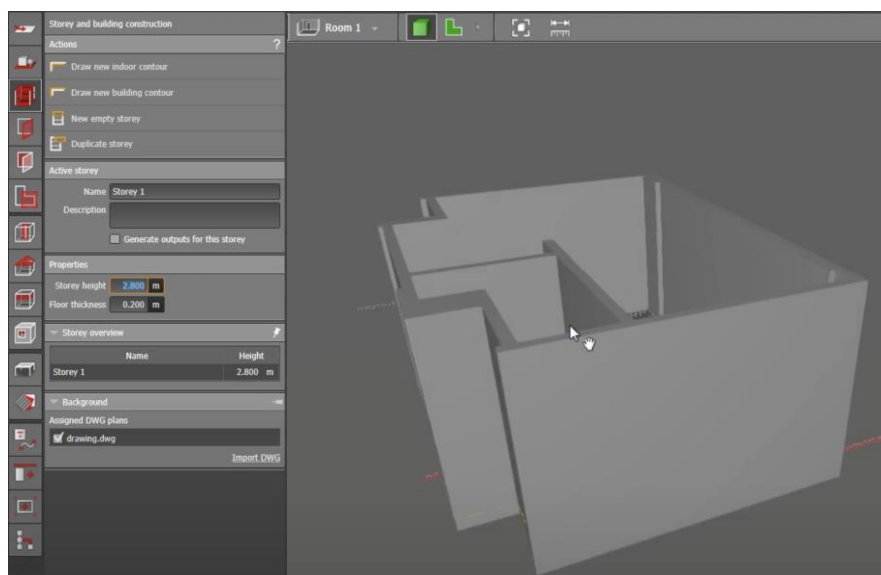


Рис. 1.7 – Установка высоты помещения в проекте

### Этап 3. Построение дверей и окон.

Для того, чтобы добавить в рабочее помещение проекта окно, в программе необходимо выбрать раздел проекта (вкладку) «Apertures», выбрать меню «Active aperture» выбрать соответствующее проекту окно из предлагаемых вариантов, после чего перетащить его в поле помещения проекта, как показано на рисунке 1.8. Подровнять и точно выставить размеры окна можно с помощью инструмента Scale.

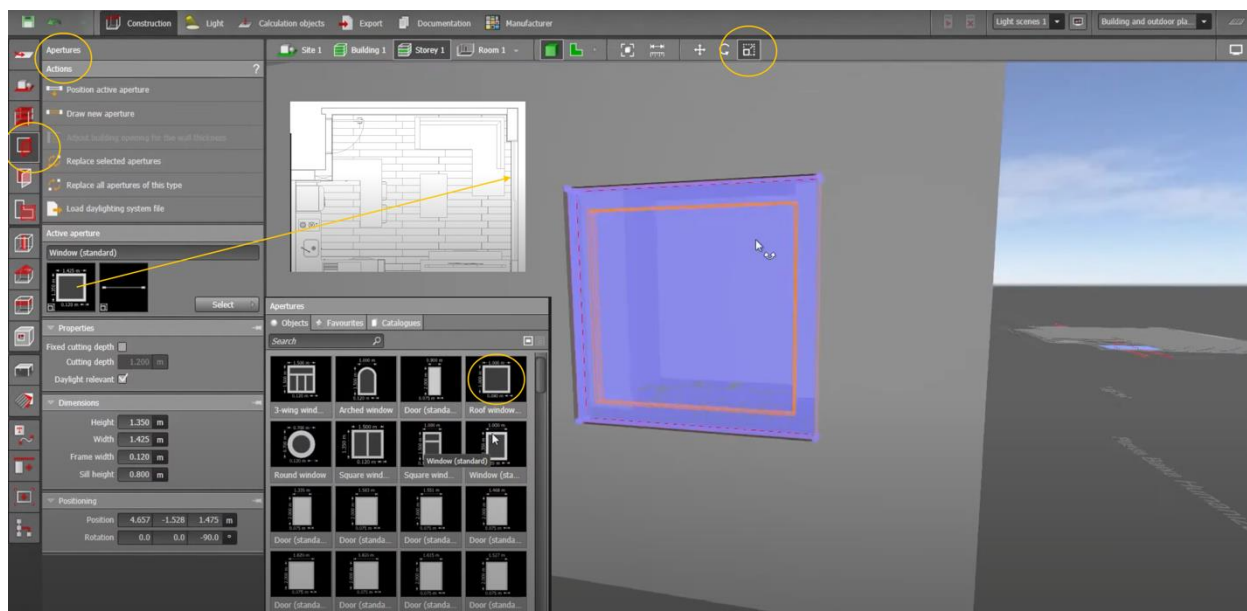


Рис. 1.8 – Процесс добавления оконных проёмов в помещение проекта

Аналогичным образом устанавливаем остальные оконные проёмы в помещении проекта.

Далее по такому же принципу устанавливаются двери в помещении проекта.

#### Этап 4. Построение потолков в помещении проекта.

Для автоматического построения потолка необходимо перейти во вкладку «Ceilings» и выбрать действие «Insert ceiling into room» и выбрать соответствующее помещение, как показано на рисунке 1.9. Обратите внимание, что при выделении потолка можно менять его параметры высоты и отступа от стены, которые отображены слева на рисунке 1.9.

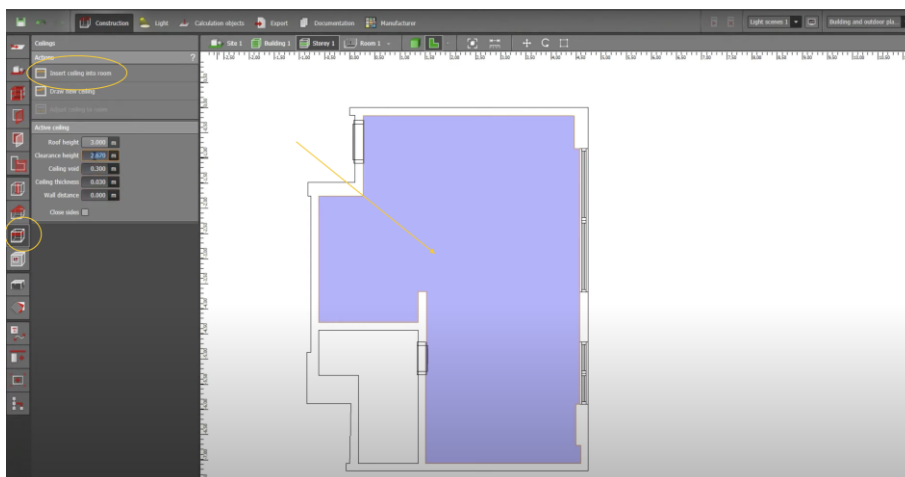


Рис. 1.9 – Автоматическое построение потолка для помещения проекта

Для ручной прорисовки потолка необходимо использовать инструмент «Draw new ceiling» во вкладке «Ceilings», после чего необходимо обвести контур помещения, где необходимо нарисовать потолок. При выборе функции «Wall Distance» можно создать отступ от стены и создать, например, карнизную подсветку, для этого надо задать ненулевые параметры для «Wall Distance», установить галочку на функции «Close sides» и поставить ненулевое значение параметр «Side offset», таким образом получится ниша (рис. 1.10).



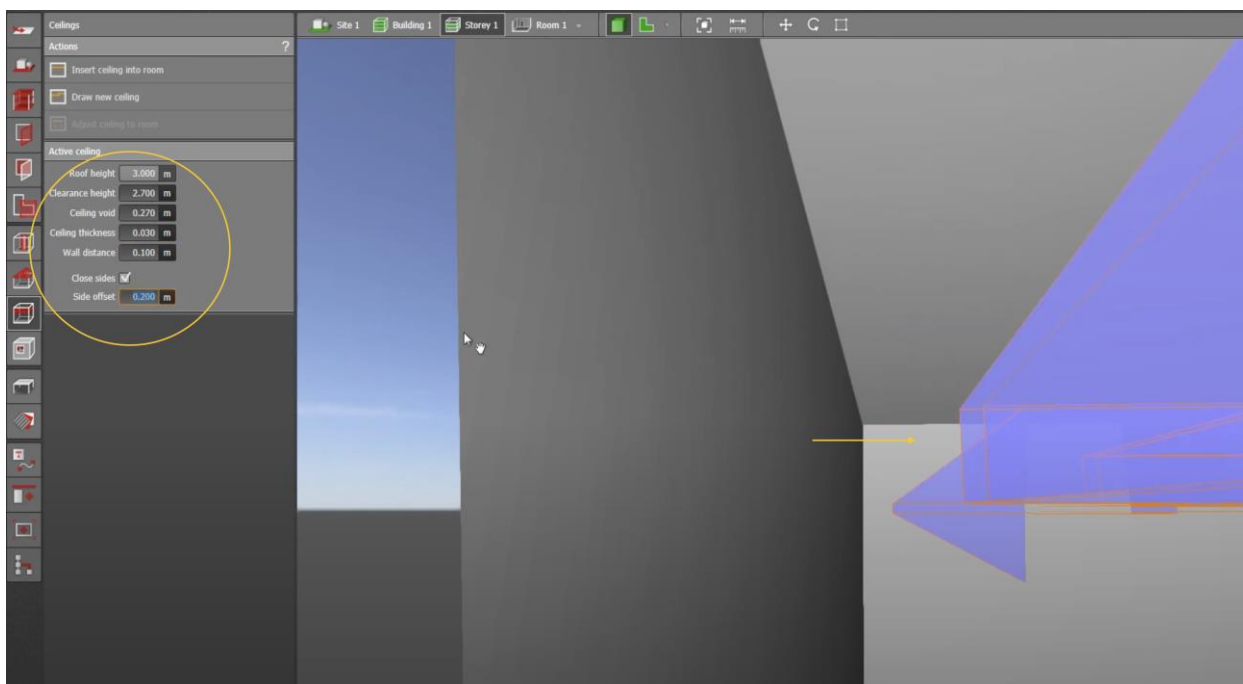


Рис. 1.10 – Установка параметров ниши для потолка в помещении проекта

#### Этап 5. Расстановка светильников.

Для того, чтобы добавлять существующие типы осветительных приборов необходимо добавить их фотометрические файлы в программу. Осветительные приборы можно добавлять, используя соответствующие файлы светильников, скачанные с сайта производителя, либо можно установить соответствующий плагин для программы.

Скачаем фотометрический файл светильника с расширением DIALux data одного из сайтов производителя (см. рис. 1.11).

The well-known Coreline Projector with its latest generation has undergone important design and performance improvement, raising the bar even higher and setting a new standard for track projectors used in retail and hospitality applications.

Reference Code: ST151TI



#### Downloads

Installation Manual PDF 16.63 MB

Revit Family ZIP 2.41 MB

## Create your configuration

Luminaire Type: ST151T Flux: 30S Light Color Driver Type: PSU Light Distribution: MB [Clear all filters](#)

#### ☐ Product Combinations (4)

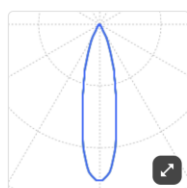
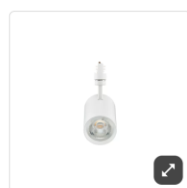
☒ ST151T LED30S/930 MB BK  
911401846582

☐ ST151T LED30S/930 MB WH  
911401846782

☐ ST151T LED30S/940 MB BK  
911401846682

☐ ST151T LED30S/940 MB WH  
911401846882

### ST151T LED30S/930 MB BK



**Light Calculator**  
Start a calculation

#### General Information

System Flux *	3000 lm
Input Power *	30.0 W
Luminaire Efficacy *	100.0 lm/W
Light Output Ratio	1.00
Color Rendering Index	90
Correlated Color Temperature	3000 K

#### Download single file

- DIALux ULD**  
Drag and drop onto DIALux to open
- Relux ROLFZ**  
Drag and drop onto Relux to open
- GLDF GLDF**  
Beta version
- Photometric LDT**
- Photometric IES**

Рис. 1.11 – процесс скачивания фотометрического файла DIALux ULD для осветительного прибора

После чего файл просто перетаскивается в проект программы.

Далее светильник сразу привязывается к потолку проекта помещения в программе, причем монтажные и размерные данные светильника совпадают с конструкторской документацией.

Перейдем в окно «Light» и произведем процесс расстановки светильников, для этого кликаем на функцию «Draw rectangular arrangement» и кликаем на точки массива в пространстве помещения проекта где необходимо расположить светильники (см. рис. 1.12).

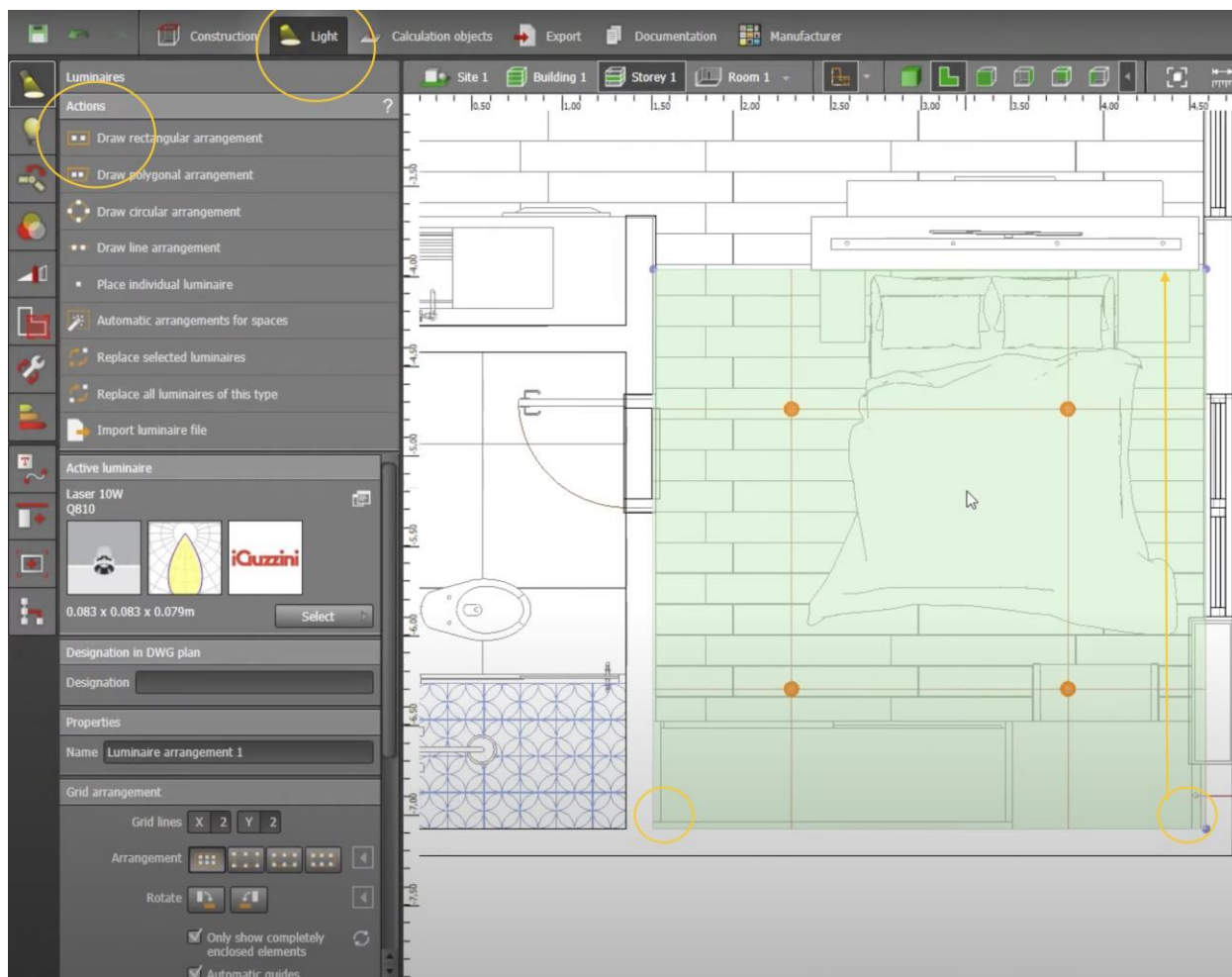


Рис. 1.12 – Автоматическая прямоугольная расстановка светильников

Автоматически программы выдает массив светильников, который выдает примерно 250-300 лк. Аналогично можно выполнить линейное расположение светильников с помощью функции «Draw line arrangement» во вкладке «Light» – «Luminaires» – «Actions». Необходимо расставить осветительные приборы по всем помещениям рабочего проекта.

Далее можно сделать расчет освещенности. Для этого необходимо вызвать соответствующую функцию «Start calculation» (рис. 1.13).

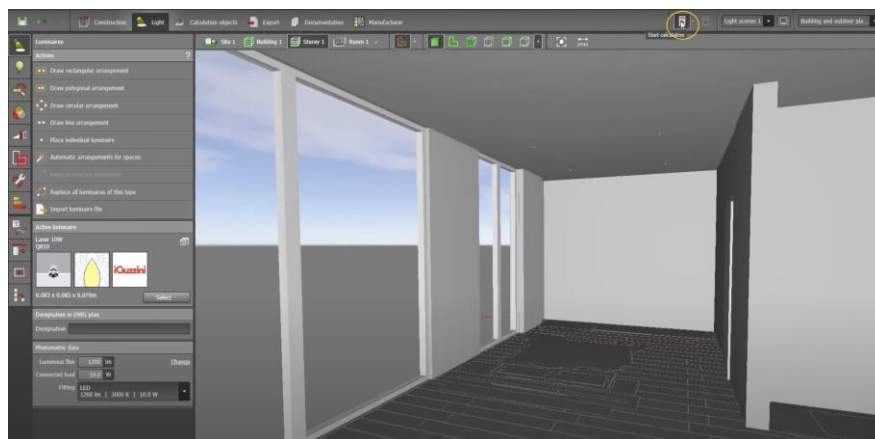


Рис. 1.13 – Запуск функции вычисления освещенности

Программой выполнится расчет освещенности, результат которого представлен на рисунке 1.14.

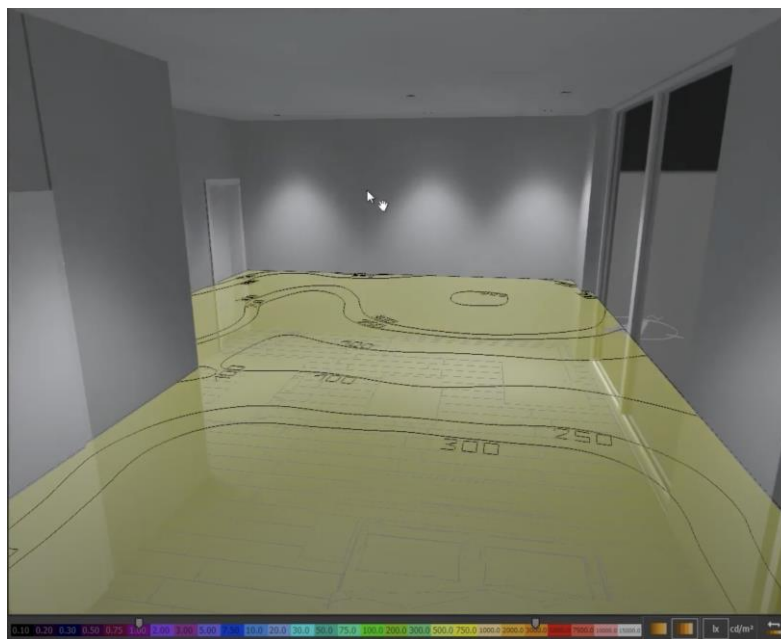


Рис. 1.14 – Результаты автоматического расчета освещенности

### 1.5 Содержание отчёта

**Титульный лист:** название работы, данные студента, группы и дата.

**Введение:** цель, задачи и краткое описание возможностей DIALux evo.

**Теоретическая часть:** основы светотехнического проектирования и особенности работы с .dwg.

**Практическая часть:** итоговое представление модели помещения в 2Д и 3Д, представление основных размеров и параметров помещения в таблице; расстановка светильников с использованием фотометрических файлов, представление расчетов освещенности программой и расстановки осветительных приборов.

**Выводы:** итоги работы, анализ результатов количество и типы осветительных приборов по зонам, расчет освещенности.

### 1.6 Контрольные вопросы

1. Какие шаги необходимо выполнить для скачивания, установки и запуска DIALux evo?
2. Как импортировать .dwg файл в DIALux evo и проверить корректность масштаба?
3. Как осуществляется обводка внешнего и внутреннего контура помещения, а также установка высоты?
4. Как добавить окна, двери и потолки в проекте (в автоматическом и ручном режимах)?
5. Как импортируются фотометрические файлы светильников и производится их расстановка?

7. Какие основные этапы включает лабораторная работа по моделированию и расчету внутренней освещенности помещения?

## **Лабораторная работа 2**

### **«Компьютерное моделирование и рендеринг расчетов внутренней освещенности помещения с учетом норм минимальной освещенности»**

#### **2.1 Введение**

В данной лабораторной работе продолжается работа с предыдущим проектом: основное внимание уделяется продвинутым операциям по работе с мебелью и объектами, настройке текстур и материалов, детальному расчету освещенности, выполнению фотореалистичного рендеринга и экспорту результатов в формат dwg и PDF.

#### **2.2 Цель работы**

- освоить методы вставки мебели и объектов в модель;
- научиться применять и настраивать текстуры и материалы;
- провести детальный расчет освещенности помещения;
- выполнить рендеринг модели с высоким качеством визуализации;
- экспортировать расстановки в формат dwg и светотехнический расчет в PDF.

#### **2.3 Необходимые материалы и оборудование**

- компьютер с установленной ОС, поддерживающей DIALux evo;
- лицензированная или бесплатная версия DIALux evo;
- чертеж помещения в формате .dwg (подготовленный в лабораторной работе №1);
- библиотеки объектов, мебели, текстур и материалов;
- программа AutoCAD или NanoCAD.

#### **2.4 Методика выполнения работы**

##### **Этап 1. Вставка мебели и объектов**

В программе DIALux evo в разделе «Construction» доступны каталоги мебели: выберите необходимую мебель и перетащите её иконки в область проекта, расположив элементы в рабочем помещении согласно заданным условиям и функциональному зонированию; при необходимости масштабируйте мебель с помощью инструмента «Scale»; после расстановки мебели выполните повторный расчет освещенности, чтобы оценить влияние объектов на общую схему освещения.

##### **Этап 2. Работа с текстурами и материалами**

Материалы в программе делятся на два типа: текстурные материалы и материалы из цвета. Создайте цветовой материал следующим образом: перейдите во вкладку «Materials», нажмите кнопку «Select» в меню «Active material» и выберите раздел цветов; выберите нужный цвет и перетащите его иконку на стены или другие поверхности; аналогичным образом задайте цвета для остальных объектов. Если предмет мебели имеет отражающую поверхность, настройте её следующим образом: в разделе «Materials» выберите нужный цвет, перенесите его на объект и в подразделе «Colour» → «Advanced properties» установите тип материала «transparent»; зажав клавишу Shift, перетащите иконку цвета на выбранную поверхность, чтобы материал применился только к нужному полигону; повторите процедуру для добавления прозрачных и отражающих (например, metallic) материалов; затем наложите текстурные материалы, выбрав нужный вариант для напольного покрытия и других поверхностей.

##### **Этап 3. Предварительный расчет освещенности**

Выполните предварительный расчет освещенности: сначала уберите расчетные плоскости и перейдите в раздел обзора результатов; активируйте функцию «показать фиктивные цвета» для отображения распределения освещенности по температуре цвета; попробуйте несколько вариантов расчета, выбрав режим расчета только прямого освещения (без переотражений) и отключив объекты и мебель через соответствующее меню, чтобы упростить вычислительный процесс; затем перейдите в раздел «Сектора» для задания норм освещенности отдельных плоскостей и поверхностей: задайте названия помещений, установите нормативы и выберите типы помещений (например, санузел, комната отдыха, офис); после задания норм выполните окончательный расчет и оцените соответствие полученных значений заданным параметрам.

#### **Этап 4. Рендеринг и экспорт расстановок в формат dwg**

Сохраните вид сверху рабочего проекта: в разделе «Виды» выберите действие «сохранить новый вид» и задайте ему имя, при этом можно включить режим отображения эффективных цветов; сохраните несколько видов внутри помещения; затем перейдите в раздел «Экспорт» и выполните трассировку (рендеринг) изображения, выбрав начальное невысокое разрешение для экономии ресурсов; для экспорта проекта в формат dwg откройте раздел «Чертежи», отметьте галочками те элементы, которые необходимо сохранить, и нажмите «экспортировать в новый файл»; сохраните полученный файл в рабочей папке.

#### **Этап 5. Экспорт светотехнического расчета в PDF**

Перейдите в раздел «Документация», выберите опцию «выбранные выводы данных» и нажмите «обработать»; затем нажмите клавишу F2 или выберите «конфигурировать страницу», чтобы на титульном листе отобразились изображения; настройте отображение необходимых видов, нажав «конфигурировать страницу» и обновив страницу с визуализациями; добавьте галочками отчеты по помещениям и спецификацию с количеством и типом осветительных приборов; сохраните итоговый отчет в формате PDF.

#### **Содержание отчета**

1. титульный лист (название работы, данные студента, группы, преподавателя и дата выполнения);
2. оглавление;
3. введение (актуальность темы, цель и задачи лабораторной работы, краткое описание проделанной работы);
4. теоретическая часть (обзор методов работы с мебелью, текстурами, материалами, принципов расчета освещенности и рендеринга);
5. практическая часть:
  - описание этапа вставки мебели и объектов;
  - настройка текстур и материалов;
  - выполнение предварительного расчета освещенности;
  - рендеринг модели и экспорт расстановок в формат dwg;
  - экспорт светотехнического расчета в PDF;
6. анализ результатов (оценка влияния расстановки мебели и материалов на освещенность, сопоставление с нормативными значениями);
7. выводы (основные результаты работы, выявленные недостатки и рекомендации);
8. список использованных источников;
9. приложения (скриншоты, дополнительные чертежи, расчеты).

## **Контрольные вопросы**

1. Какие действия необходимо выполнить для вставки мебели и объектов в модель проекта?
2. Как создать и применить цветовые и текстурные материалы, а также задать отражающие свойства поверхностей?
3. Как выполнить предварительный расчет освещенности и какие параметры можно настроить для упрощения расчета?
4. Как задать нормативы освещенности для отдельных помещений и настроить параметры зон окружения?
5. Как выполнить рендеринг модели и экспортировать расстановки в формат dwg?
6. Как настроить экспорт светотехнического расчета в формат PDF, включая оформление титульного листа и выбор необходимых элементов отчета?

## **Лабораторная работа 3**

### **«Сравнительный анализ энергоэффективности применения линейных люминесцентных ламп с электромагнитной и электронной ПРА, линейных светодиодных ламп»**

Цель работы: изучение устройства, принципа действия светодиодных ламп. Исследование их светотехнических и электротехнических характеристик.

#### **3.1 Порядок выполнения работы.**

Изучить конструкцию светодиодных ламп, составить эскиз лампы, начертить электрическую схему с пускорегулирующей аппаратурой, входящей в конструкцию лампы.

Ознакомиться с конструкцией лабораторной установки. В отчёте вычертить схему взаимного расположения исследуемой лампы и датчика освещённости и с указанием расстояний между ними.

Изучить основные технические данные исследуемой лампы.

Подготовить к работе лабораторную установку, для этого:

- подключить кабель к соответствующему исследуемой лампе разъёму;
- установить датчик освещённости на штатное место, подсоединить его кабель к разъёму «Вход» пульсметра/люксметра и измерить расстояние  $l_1$  между центром лампы и датчиком освещённости;
- установить напряжение на выходе регулятора напряжения 220 В;
- включить выключатель «ПУСК»;
- убедиться, что исследуемая лампа и измерительные приборы работают в штатном режиме.

Определить технические характеристики лампы в номинальном режиме:

- установить регулятором напряжения номинальное значение потребляемой лампой активной мощности  $P=P_n$ ;
- измерить с помощью измерителя мощности реактивную ( $Q$ ) и полную ( $S$ ) мощности, номинальные действующие значения напряжения  $U_n$  и тока  $I_n$ ; коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ );

- произвести с помощью люксметра/пульсметра ряд замеров освещённости  $E$  и коэффициента пульсаций  $K_p$ , приняв один из замеров за основной с освещённостью  $E_0$ ;
- рассчитать поправочный коэффициент  $K_n$  на несимметричность силы света.

Сформировать отчет и выводы о проведенных исследованиях, по заданию преподавателя построить зависимости измеренных характеристик и базовых значений исследуемой лампы.

Вторая часть работы.

Изучить конструкцию линейной люминесцентной и светодиодной лампы, составить эскиз лампы, начертить электрические схемы включения люминесцентных линейных ламп с электромагнитной и электронной пускорегулирующей аппаратурой и линейной светодиодной лампы.

Подготовить к работе лабораторную установку, для этого:

- подключить кабель к исследуемому светильнику на передней панели модуля «Светильники»;
- установить датчик освещённости на стол, подсоединить его кабель к разъёму
- «Вход» пульсметра/люксметра;
- установить напряжение на выходе регулятора напряжения 220 В;
- включить выключатель «ПУСК»;
- убедиться, что исследуемая лампа и измерительные приборы работают в штатном режиме.

Определить технические характеристики лампы в номинальном режиме:

- установить регулятором напряжения номинальное значение потребляемой лампой активной мощности  $P=P_n$ ;
- измерить с помощью измерителя мощности реактивную ( $Q$ ) и полную ( $S$ ) мощности, номинальные действующие значения напряжения  $U_n$  и тока  $I_n$ , коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ );
- произвести с помощью люксметра/пульсметра ряд замеров освещённости  $E$  и коэффициента пульсаций  $K_p$ .

Полученные данные занести в таблицу отчёта и сравнить их со справочными данными основных технических характеристик исследуемой лампы.

Исследовать изменение светотехнических и электротехнических характеристик лампы при изменении напряжения:

- установить регулятором напряжения минимальное значение выходного напряжения по заданию преподавателя;
- изменяя выходное напряжение от  $U_{min}$  до  $U_{max} = 250$  В, в нескольких режимах работы лампы, включая номинальный ( $U=U_n$ ), снять показания измерителя мощности, люксметра/пульсметра;
- особо отметить режим зажигания лампы;
- рассчитать для этих режимов электротехнические и светотехнические параметры лампы;

Сформировать отчет и выводы о проведенных исследованиях, по заданию преподавателя построить зависимости измеренных характеристик и базовых значений исследуемой лампы.



## Лабораторная работа №4

### Сравнительный анализ освещённости, координат цветности, коррелированной цветовой температуры и спектрального распределения плотности видимой части излучения различных источников света

#### 4. 1 Цель работы

Целью данной лабораторной работы является изучение характеристик различных источников света, таких как освещённость, коррелированная цветовая температура (CCT), координаты цветности ( $x$ ,  $y$ ) и оценка их влияния на визуальное восприятие. Для выполнения работы используется приложение на смартфоне и калькуляторы перевода цветовой температуры в координаты цветности и обратно.

#### 4.2. Теоретические положения

Как вам уже известно, освещённость — это фотометрическая величина, характеризующая световой поток, приходящийся на единицу площади. Обозначается буквой  $E$ , измеряется в люксах (лк.).

Основная формула, по которой можно вычислить освещённость:

$$E = \Phi/S,$$

где  $S$  — площадь, на которую попадает свет,  $\text{м}^2$ ;

$\Phi$  — световой поток, лм;

$E$  — освещённость, лк.

Приборы, измеряющие освещённость называются люксметры и отображают освещённость в люксах.

Цветовая температура ( $T_{\text{CCT}}$ ) измеряется в Кельвинах (К) и показывает, с какой «температурой» чёрного тела ассоциируется данный оттенок излучения. Чем выше цветовая температура, тем «холоднее» (более голубой оттенок) кажется свет; при более низких значениях источник кажется «тёплым» (более красно-жёлтый оттенок). Например, лампа накаливания с температурой  $T_{\text{CCT}} = 2700 \text{ К}$  излучает тёплый жёлтый свет, а дневной свет с  $T_{\text{CCT}} = 6500 \text{ К}$  воспринимается как холодный голубоватый.

Цветовая температура связана с физическим понятием абсолютно чёрного тела, которое используется для определения шкалы цветовой температуры источников света. Солнце, а также вольфрам, применяемый в лампах накаливания, являются примерами излучателей, близких к абсолютно чёрному телу.

С повышением температуры абсолютно чёрного тела цвет его излучения смещается в сторону синего оттенка. Траектория, которую проходит цвет излучения при изменении температуры, отображается на плоскости координат  $x$   $y$  системы цветового пространства CIE 1931 и называется кривой абсолютно чёрного тела или locusом чёрного тела.

CIE 1931 цветовых пространств впервые определены количественные связи между:

- а) физическими чистыми цветами (т.е. длины волн) электромагнитных колебаний видимого спектра,
- б) физиологическим восприятием цветов человека — цветное зрение. Математические отношения, которые определяют эти цветовые пространства являются важнейшими инструментами для управления цветом. Они позволяют переводить различные физические реакции на видимое излучение в цвет чернил, отображая их с подсветкой, имеются записывающие устройства, такие как

цифровые фотоаппараты, фиксирующие ответы общечеловеческого цветового зрения.

При данной температуре спектр чёрного тела даёт определённую координату на цветовой диаграмме, например, разработанной Международной комиссией по освещению (МКО или на англ. CIE, примеры стандартов CIE 1931, CIE 1960 UCS и т.д.).

Коррелированная цветовая температура (CCT) — это температура такого чёрного тела, чьи координаты на цветовой диаграмме ближе всего к координатам исследуемого реального источника света. На рисунке 3.1 представлена цветная диаграмма по стандарту CIE 1931 (МКО 1931) на которой отмечена точка приблизительных координат цветности для белого светодиода (0,38044, 0,37675) с CCT = 4000K.

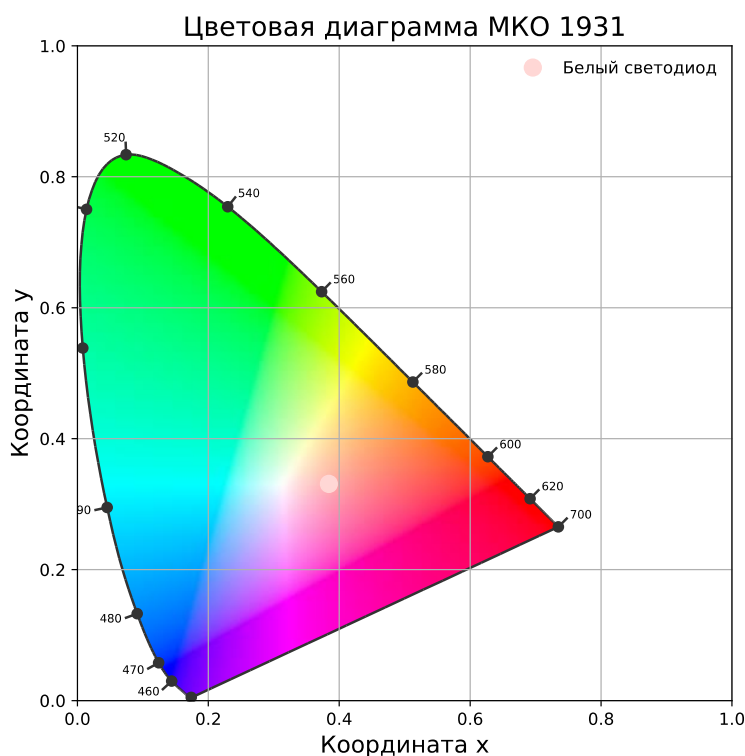


Рис. 3.1 Цветовая диаграмма МКО 1931 для белого светодиода

Цветовая температура является полезным показателем при обсуждении только приблизительно белых источников света. Однако математически можно рассчитать значение CCT для источников света, которые даже близко не являются белыми — например, насыщенный зеленый светодиод из системы RGB может иметь расчетное значение CCT приблизительно 7000 К, хотя его качественный цветовой вид сильно отличается от белого светодиода при 7000 К. Почему это так? Потому что цветовая температура является абсолютным, одномерным показателем, который описывает определенную точку вдоль кривой черного тела. По мере увеличения значения цветовой температуры мы движемся дальше вниз по кривой (вниз и влево, к синей области). Но большинство источников света, включая естественный дневной свет, на самом деле не демонстрируют цвет света, который точно соответствует кривой черного тела. Вместо этого мы видим незначительные отклонения от кривой черного тела из-за атмосферного поглощения (естественный дневной свет) и производственной изменчивости (искусственные лампы). Слово «коррелированный» в «коррелированной цветовой температуре» (CCT) относится к математическому процессу, который отвечает на вопрос выше.

Почему не все источники света с одинаковыми ССТ обязательно будут иметь одинаковый цвет? На графике ниже (рис. 3.2) вы найдете линии iso-ССТ для различных значений ССТ (iso это греческое слово, которое означает «равный» или «одинаковый». В контексте линий iso-ССТ это означает линии равной коррелированной цветовой температуры). Линии iso-ССТ описывают точки, значения ССТ которых одинаковы. Для 3500К вы увидите, что линия простирается от желтоватого оттенка в области над кривой черного тела, в то время как она будет переходить в розово-пурпурный оттенок по мере того, как вы двигаетесь вниз по той же линии iso-ССТ 3500К ниже кривой черного тела. То есть, iso-ССТ линии на диаграмме цветности соединяют точки, у которых одинаковая коррелированная цветовая температура, даже если цвет их излучения слегка отличается из-за дополнительных оттенков, вызванных смещением относительно кривой чёрного тела.

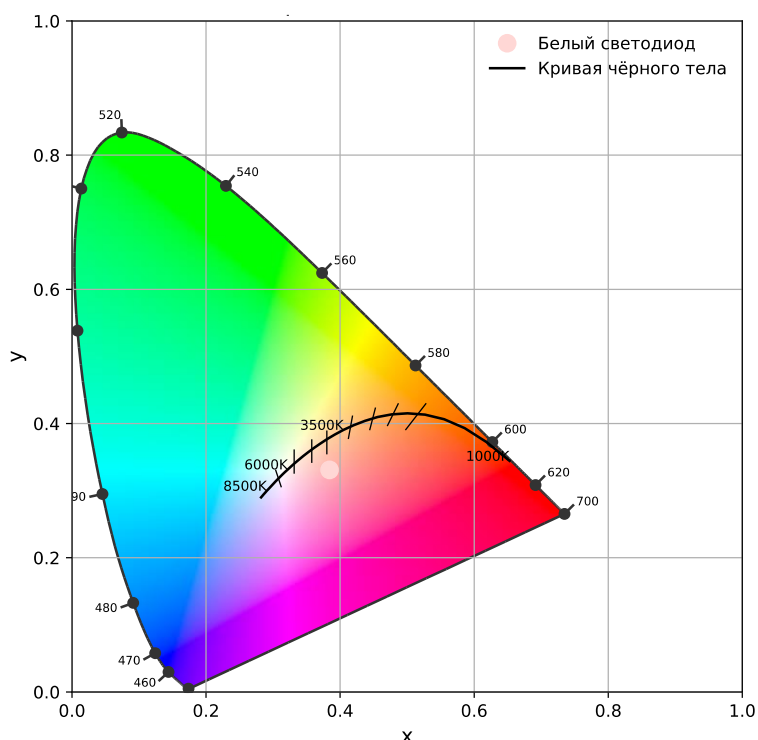


Рис. 3.2 Цветовая диаграмма МКО 1931 с iso-ССТ линиями

Одним из возможных вариантов для перевода ССТ в координаты цветности  $x$  и  $y$  может служить следующее эмпирическое выражение:

$$n = \begin{cases} \frac{1}{T_{\text{ССТ}}}, & \text{для некоторых аппроксимаций, или} \\ \frac{x - 0.3320}{0.1858 - y}, & \text{(в другой форме для обратного расчёта).} \end{cases}$$

В варианте, когда исходная величина – это  $T_{\text{ССТ}}$  (в Кельвинах), одна из эмпирических формул (для приблизительно «теплого» и «нейтрального» диапазона) может выглядеть так:

$$x \approx \begin{cases} -4.6070 \times 10^9 \times \frac{1}{T^3} + 2.9678 \times 10^6 \times \frac{1}{T^2} + 0.09911 \times 10^3 \times \frac{1}{T} + 0.244063, & 1667 \text{ K} \leq T \leq 4000 \text{ K}, \\ -2.0064 \times 10^9 \times \frac{1}{T^3} + 1.9018 \times 10^6 \times \frac{1}{T^2} + 0.24748 \times 10^3 \times \frac{1}{T} + 0.237040, & 4000 \text{ K} \leq T \leq 25000 \text{ K}. \end{cases}$$

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

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

Существует формула МакКэми для обратного преобразования  $(x, y) \rightarrow T_{\text{CCT}}$ :

$$n = \frac{x - 0.3320}{0.1858 - y}.$$

Тогда:

$$T_{\text{CCT}} \approx -449 n^3 + 3525 n^2 - 6823,3n + 5520,33.$$

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

Значение экспозиции (EV) — это фотографический параметр, который помогает оценить, насколько «ярким» будет снимок при заданных условиях освещённости, выдержке и диафрагме.

Если говорить о классическом определении экспозиции при ISO 100, то используется следующее выражение:

$$EV_{100} = \log_2\left(\frac{N^2}{t}\right),$$

где  $t$  — время экспозиции (выдержка) в секундах;

где  $N$  — число диафрагмы (f-number), безразмерный параметр, который описывает относительный размер отверстия объектива, через которое проходит свет; оно определяет, сколько света попадёт на сенсор камеры за заданное время:

$$N = f/D,$$

где  $f$  — фокусное расстояние объектива (в метрах или миллиметрах);

$D$  — диаметр отверстия диафрагмы (в тех же единицах, что и  $f$ ).

Чем меньше значение  $N$  (например,  $N=1.4$ ), тем больше отверстие диафрагмы, и тем больше света проходит через объектив и наоборот — чем больше значение  $N$  (например,  $N=16$ ), тем меньше отверстие диафрагмы, и тем меньше света достигает сенсора камеры.

ISO (ISO) — это показатель светочувствительности сенсора камеры или фотоплёнки. Этот параметр определяет, насколько камера усиливает световой сигнал, который попадает на её сенсор. При значении ISO 100 чувствительность считается стандартной, и свет усиливается минимально. Чем выше значение ISO, например, 400 или 800, тем сильнее камера усиливает сигнал, что полезно в условиях недостаточного освещения, например, вечером или в помещении. Однако увеличение ISO сопровождается ростом уровня шума на изображении, поэтому в идеальных условиях стараются использовать минимально возможное значение ISO.

Значение EV показывает, насколько светлая или тёмная будет фотография. Чем выше EV, тем меньше света требуется для правильной экспозиции. Например, при ярком солнечном свете EV может быть 14, а в тёмной комнате EV может опускаться до 0 или даже ниже. Если EV равно 0, это означает, что световая экспозиция очень низкая. Для ISO 100 такое значение достигается, если сочетание параметров  $N$  и  $t$  удовлетворяет следующему уравнению:

$$N^2/t = 1.$$

#### Формула для EV200

$$EV_{200} = \log_2 \left( \frac{N^2}{t} \cdot \frac{ISO}{100} \right),$$

где:

- $N$  — число диафрагмы,
- $t$  — выдержка в секундах,
- $ISO = 200$  — значение светочувствительности.

Для ISO 200 формула упрощается до:

$$EV_{200} = \log_2 \left( \frac{N^2}{t} \cdot 2 \right).$$

### 4.3 Методика выполнения работы

#### 4.3.1 Измерение параметров источников света

Установите источник света на фиксированном расстоянии от рабочей поверхности. Пример использования мобильного цифрового люксметра и отображения источника показаны на рисунке 3.3.

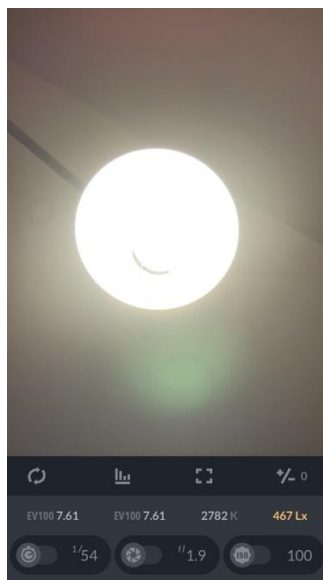


Рис. 3.3 Интерфейс программы цифрового измерителя освещенности

Используйте прибор для измерения следующих параметров:

- освещённость (E), лк;
- коррелированная цветовая температура (CCT), K;
- параметры EV (EV200 и EV100).

Повторите измерения для всех доступных источников света.

#### 4.3.2 Расчёт координат цветности

Используйте калькулятор «CCT для CIE 1931» для перевода измеренного CCT в координаты (x, y), доступные по ссылке:

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

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

Запишите результаты в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – форма для записи измерений к лабораторной работе №3

Источник света	Освещённость (лк)	CCT (K)	x	y	EV200	EV100
----------------	-------------------	---------	---	---	-------	-------

Источник 1						
Источник 2						
Источник 3						
Естественный свет						

### 4.3.3 Построение аналитических зависимостей

4.3.1 Постройте график зависимости освещённости (Е) от ССТ для каждого источника света.

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

4.3.3 Постройте график зависимости EV от освещённости, чтобы продемонстрировать связь между этими параметрами.

4.3.4 Для каждого источника света рассчитайте EV, используя формулы и значения освещённости.

4.3.5 Для каждого источника света рассчитайте цветовой сдвиг относительно кривой чёрного тела, используя формулу:

$$d_{uv} = \sqrt{(x - x_{\text{Planck}})^2 + (y - y_{\text{Planck}})^2},$$

где  $(x_{\text{Planck}}, y_{\text{Planck}})$  — координаты точки на кривой чёрного тела, ближайшей к исследуемому источнику.

Это поможет понять, насколько исследуемые источники света соответствуют идеальному излучению абсолютно чёрного тела.

4.3.6 Для каждого исследуемого источника света рассчитать его световую эффективность ( $\eta$ ):

$$\eta = \Phi/P,$$

где  $\Phi$  — световой поток, лм;

$P$  — потребляемая мощность источника света, Вт.

4.3.7 Составить отчет о выполненной лабораторной работе, в котором необходимо отразить:

- краткое описание цели лабораторной работы: изучение характеристик источников света, таких как освещённость, коррелированная цветовая температура (ССТ), координаты цветности ( $x, y$ ), значение экспозиции (EV) и их влияние на визуальное восприятие;
- краткое описание теоретической части, основные понятия, определения и формулы по теме лабораторной работы.
- расчеты и таблицу измерений и вычислений для всех исследованных источников света;
- построенные графические зависимости;
- анализ результатов: сравнение характеристик источников света (освещённость, ССТ, координаты цветности), оценка соответствия реальных источников света кривой чёрного тела, выводы о визуальном восприятии и энергоэффективности источников света.

### 4.4 Контрольные вопросы

1. Что такое освещённость, как она измеряется и в каких единицах выражается?

2. Как определяется коррелированная цветовая температура (CCT) и почему она важна при анализе источников света?
3. Что представляют собой координаты цветности (x,y) и как они связаны с диаграммой CIE 1931?
4. Объясните, что такое кривой чёрного тела и её роль в анализе световых характеристик.
5. Почему линии iso-CCT не всегда лежат на кривой чёрного тела?
6. Как рассчитать значение экспозиции (EV) и как оно связано с освещённостью (E)?
7. Чем отличается EV100 EV200, и как ISO влияет на экспозицию?
8. Какие источники света вы исследовали, и как их характеристики (освещённость, CCT, координаты x,y) влияют на восприятие света?
9. Как можно оценить эффективность источника света с помощью проведённых измерений?
10. Какие зависимости были выявлены на графиках, построенных в ходе работы?

Лабораторная работа 5 «Энергоаудит энергоэффективности применения в помещении общего и комбинированного освещения»

Цель работы: изучение количественных и качественных характеристик освещения в помещении и на рабочем месте. Оценка освещённости и пульсаций светового потока на рабочем месте при общем и комбинированном освещении.

Порядок выполнения работы.

1. Изучить общие теоретические сведения и основные понятия по теме освещённость и светотехнические характеристики освещения.
2. Ознакомиться с конструкцией лабораторной установки.
3. Подготовить к работе лабораторную установку, для этого:
  - подключить датчик освещённости к разъёму «Вход» пульсметра/люксметра на модуле управления и контроля;
  - расположить датчик освещённости на рабочем столе;
  - убедиться, что измерительные приборы работают в штатном режиме.
- 4) Провести эксперимент при естественном освещении:
  - выключить общее освещение;
  - произвести с помощью люксметра/пульсметра ряд замеров освещённости E и коэффициента пульсаций Кп в разных точках рабочего стола, записать показания.
  - нанести значения освещённости в соответствующих точках на чертеже рабочего стола;
  - построить кривые горизонтальной освещённости при естественном освещении, соединив точки с одинаковой освещённостью плавными кривыми линиями.
- 5) Провести эксперимент при общем освещении:
  - включить общее освещение;
  - произвести с помощью люксметра/пульсметра ряд замеров освещённости E и коэффициента пульсаций Кп в разных точках рабочего стола записать показания;
  - нанести значения освещённости в соответствующих точках на чертеже рабочего стола;

- построить кривые горизонтальной освещённости при общем освещении, соединив точки с одинаковой освещённостью плавными кривыми линиями.
- 6) Провести эксперимент при комбинированном освещении:
- подключить настольный светильник с лампой накаливания общего применения
  - к электророзетке модуля управления и контроля;
  - включить настольный светильник и установить регулятором напряжения номинальное значение потребляемой лампой активной мощности  $P=P_n$ ;
  - произвести с помощью люксметра/пульсметра ряд замеров освещённости  $E$  и коэффициента пульсаций  $K_p$  в разных точках рабочего стола занести показания в таблицу;
  - нанести значения освещённости в соответствующих точках на чертеже рабочего стола;
  - построить кривые горизонтальной освещённости при комбинированном освещении, соединив точки с одинаковой освещённостью плавными кривыми линиями.
- 7) Провести эксперимент при регулируемом комбинированном освещении:
- подключить настольный светильник с лампой накаливания общего применения к электророзетке модуля управления и контроля;
  - расположить датчик освещённости в точке рабочего стола, принятой за основную; включить настольный светильник и, изменяя регулятором напряжение, произвести ряд замеров потребляемой лампой активной мощности и освещённости в разных точках рабочего стола;
  - построить график зависимости освещённости на рабочем столе от электрической мощности источника света  $E=f(P)$ .
- 8) Провести эксперименты измерения яркости экрана монитора:
- подключить датчик освещённости к разъёму «Вход» яркометра на модуле управления и контроля;
  - расположить датчик освещённости в плоскости экрана на расстоянии 1 .. 4 мм;
  - произвести с помощью яркометра ряд замеров, изменяя яркость фона на экране монитора с помощью кнопок управления;
  - произвести с помощью яркометра ряд замеров, изменяя программно цвет фона на экране монитора;
- 9) По результатам лабораторной работы в отчёте сформулировать выводы об освещённости в помещении и на рабочем месте, яркости экрана монитора и соответствие этих показателей нормам.



Структура и форма отчета о лабораторной работе

Название учебного заведения  
КАФЕДРА № 32

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

#### 1. Общие требования

1.1. В соответствии с ГОСТ 7.32-2017 – СИБИБД. 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 иллюстрации 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.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Учебным планом не предусмотрено*

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Учебным планом не предусмотрено*

11.4. 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, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им 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).

11.5. 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.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет.

11.6. 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