

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Теоретическая и прикладная светотехника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>   | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.Ч.06.03.03</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>   | <b>2 семестр - 5;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>180 часов</b>  |
| <b>Лекции</b>  | <b>2 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Практические занятия</b>  | <b>2 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>   | <b>2 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Консультации</b>  | <b>2 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>2 семестр - 111,4 часов;</b>                                 |
| <b>в том числе на КП/КР</b>  | <b>2 семестр - 4 часа;</b>                                      |
| <b>Иная контактная работа</b>  | <b>2 семестр - 4 часа;</b>                                      |
| <b>включая:</b><br><b>Перекрестный опрос</b><br><b>Тестирование</b><br><b>Контрольная работа</b><br><b>Дискуссия</b> |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>   |   |
| <b>Защита курсовой работы</b>  | <b>2 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |
| <b>Зачет с оценкой</b>   | <b>2 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |
|  | <b>всего - 0,6 часа</b>   |

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

|   |   |                              |
|---|---|------------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                              |
|   | <b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>                       |                              |
|   | Владелец  | Смирнов П.А.                 |
|   | Идентификатор   | R81cb642c-SmirnovPA-f022fea7 |

П.А. Смирнов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

|   |   |                              |
|---|---|------------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                              |
|   | <b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>                       |                              |
|   | Владелец  | Снетков В.Ю.                 |
|   | Идентификатор   | Rb7ba3433-SnetkovVY-42adae29 |

В.Ю. Снетков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

|   |   |                              |
|---|---|------------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                              |
|   | <b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>                       |                              |
|   | Владелец  | Боос Г.В.                    |
|   | Идентификатор   | R4494501d-BoosGeorV-031c67c1 |

Г.В. Боос

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение физических процессов, методов и моделей расчета, приёмов и способов применения естественного, искусственного и совмещенного освещения.

### Задачи дисциплины

- знакомство студентов с российскими и международными стандартами проектирования естественного, искусственного и совмещённого освещения;
- грамотное использование на практике результатов теоретических и эмпирических исследований в области естественного, искусственного и совмещённого освещения;
- приобретение навыков проектирования естественного, искусственного и совмещённого освещения согласно государственным стандартам с применением современного программного обеспечения (ПО).

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения   |
|---|--|---|
| ПК-2 Способен разрабатывать концепции, осуществлять исследование, разрабатывать и реализовывать проектные решения инновационных осветительных установок | ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает методики разработки концепций и проектов светового дизайна объектов с помощью специальных компьютерных программ, включая создание эффективной цветоцветовой среды | знать:<br>- принципы разработки эффективных алгоритмов решения задач естественного и искусственного освещения с использованием современных языков программирования;<br>- основные источники научно-технической информации по естественному освещению и приборам для его обеспечения;<br>- методики измерения характеристик оптического излучения;<br>- основные методы проектирования осветительных установок для создания эффективной цветоцветовой среды.<br><br>уметь:<br>- собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки в области средств и приборов для естественного освещения;<br>- пользоваться основными светотехническими программами и программами инженерной и компьютерной графики. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теоретическая и прикладная светотехника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы светотехники
- знать Основы проектирования осветительных установок
- уметь Использовать базовое компьютерное программное обеспечение для проектирования осветительных установок

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации   | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания  |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15  |
| 1     | Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат | 20                    | 2       | 2  | 4   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[3], стр. 3-18</p>   |
| 1.1   | Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат | 20                    |         | 2  | 4   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |   |
| 2     | Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу                   | 16                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |   |
| 2.1   | Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу                   | 16                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |   |
|       |  |                       |         |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу"</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p> |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу" материалу.<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[7], стр. 1-14 |
| 3   | Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения | 21 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | 1 | - | 12 | - | <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения" подготовка к выполнению заданий на практических   |
| 3.1 | Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения | 21 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | 1 | - | 12 | - |   |

|   |         |    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |  |  |
|---|---------|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|--|--|
|   |         |    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |  | <p>занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу<br/>Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br/>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[5], стр. 20-45<br/>[6], стр. 12-36</p> |
| 4 | Системы | 16 |  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - |  |  | <b><u>Самостоятельное изучение</u></b>   |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|--|
|     | естественного<br>освещения  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  | <b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Системы естественного освещения"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Системы естественного освещения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Системы естественного освещения" материалу.<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Системы естественного освещения"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], стр. 128-165<br>[6], стр. 61-88 |
| 4.1 | Системы<br>естественного<br>освещения   | 16 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - |  |  |
| 5   | Инсоляция и<br>солнцезащита.<br>Нормирование и<br>проектирование<br>городской застройки с<br>учетом инсоляции | 21 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | 1 | - | 12 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции"<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе |  |
| 5.1 | Инсоляция и   | 21 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | 1 | - | 12 | - |  |  |



|     |   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   |
|-----|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|---|
|     | солнцезащита.<br>Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции |      |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   | необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции" материалу.<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[5], стр. 43-63<br>[6], стр. 36-42 |
| 6   | Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари                     | 16.7 | 2 | - | 2 | - | - | - | 1 | - | 11.7 | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари"  |
| 6.1 | Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари                     | 16.7 | 2 | - | 2 | - | - | - | 1 | - | 11.7 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая   |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |   |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|---|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  | <p>работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br/>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[6], стр. 43-56</p> |
| 7   | <p>Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света</p> | 16 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света"</p>  |   |
| 7.1 | <p>Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света</p> | 16 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b></p> |   |

|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | <p>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу<br/>Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], стр. 26-43<br/>[4], стр. 72-83</p> |
| 8   | Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия | 21 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | 1 | - | 12 | - | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и</p>   |
| 8.1 | Компьютерные расчеты естественного   | 21 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | 1 | - | 12 | - |  |

|                 |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                 | освещения.<br>Совмещение<br>естественного и<br>искусственного<br>освещения и<br>энергоэкономия |  |  |   |   |   |   |   |   |   |     |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Зачет с оценкой | 12.0   |  |  | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия" материалу.

**Подготовка к аудиторным занятиям:**  
Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы

**Подготовка к контрольной работе:**  
Изучение материалов по разделу Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия и подготовка к контрольной работе

**Подготовка курсовой работы:** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:

**Подготовка к практическим занятиям:**  
Изучение материала по разделу "Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях

**Подготовка к текущему контролю:**  
Повторение материала по разделу "Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия"

**Изучение материалов литературных источников:**  
[4], стр. 5-71, 83-106

|  |                         |              |  |           |           |           |           |          |          |            |             |             |              |  |
|--|-------------------------|--------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|-------------|-------------|--------------|--|
|  | Курсовая работа (КР)    | 20.3         |  | -         | -         | -         | 16        | -        | -        | -          | 0.3         | 4           | -            |  |
|  | <b>Всего за семестр</b> | <b>180.0</b> |  | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>4</b>   | <b>0.6</b>  | <b>99.7</b> | <b>11.7</b>  |  |
|  | <b>Итого за семестр</b> | <b>180.0</b> |  | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>4</b> | <b>0.6</b> | <b>99.7</b> | <b>11.7</b> | <b>111.4</b> |  |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат

1.1. Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат

Определение естественного освещения, факторы влияющие на естественное освещение, естественное освещение Солнцем, динамика и переменность естественного освещения. Влияние естественного света на человека, режим дня обмен веществ и образ жизни. Определение светового климата, характеристики светового климата, коэффициент светового климата..

#### 2. Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу

2.1. Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу

Астрономические характеристики Солнца; светотехнические характеристики Солнца; расчёт положения Солнца на небосводе; солнечные карты.

#### 3. Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения

3.1. Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения

Первые методы нормирования естественного освещения; развитие нормирования естественного освещения; современные методы нормирования естественного освещения; расчёты естественного освещения графоаналитическими методами.

#### 4. Системы естественного освещения

4.1. Системы естественного освещения

Первые системы естественного освещения; развитие систем естественного освещения; современные системы естественного освещения.

#### 5. Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции

5.1. Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции

Основы инсоляции и солнцезащиты; виды солнцезащитных устройств; инсоляция, оценка и расчёт инсоляции.

#### 6. Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари

6.1. Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари

Типы остекления; окна и виды окон; фонари и виды фонарей; стеклянные крыши и сплошное остекление.

#### 7. Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света

7.1. Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света

Первые методы моделирования распределения яркости небосвода; Современные модели распределения яркости небосвода; Расчёт интегральных характеристик светового поля в условиях естественного освещения.

### 8. Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия

8.1. Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия

Проектирование естественного и совмещённого освещения в программе DIALux; варианты совмещённого освещения; энергетический и экономический анализ установок совмещённого освещения.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчеты оптимальных сцен совмещенного освещения в программе DIALux;
2. Аналитические расчеты естественного освещения;
3. Трёхмерное моделирование распределения яркости небосвода;
4. Расчеты инсоляции, построение инсоляционных графиков;
5. Трёхмерное моделирование движения Солнца по небосводу;
6. Расчет естественного освещения по методу СП 367.1325800.2017;
7. Приемы расчета движения солнца;
8. Основные приемы моделирования естественного света.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Расчет продолжительности инсоляции помещения и территории;
2. Исследование условий естественного освещения;
3. Исследование характеристик светового климата;
4. Исследование продолжительности действия искусственного освещения в помещении.

### **3.5 Консультации**

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела

"Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения"

4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Системы естественного освещения"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света"
8. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы естественного освещения"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат"
2. Консультации проводятся по разделу "Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу"
3. Консультации проводятся по разделу "Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения"
4. Консультации проводятся по разделу "Системы естественного освещения"



5. Консультации проводятся по разделу "Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции"
6. Консультации проводятся по разделу "Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари"
7. Консультации проводятся по разделу "Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света"
8. Консультации проводятся по разделу "Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы естественного освещения"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Компьютерные расчеты естественного освещения. Совмещение естественного и искусственного освещения и энергоэкономия"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Совмещённое освещение лекционной аудитории
- Совмещённое освещение офисного помещения
- Совмещённое освещение конференц-зала
- Совмещённое освещение слесарного цеха
- Совмещённое освещение квартиры
- Совмещённое освещение столовой
- Совмещённое освещение выставочного зала
- Совмещённое освещение магазина

#### График выполнения курсового проекта

|                  |       |       |        |         |                  |
|------------------|-------|-------|--------|---------|------------------|
| Неделя           | 1 - 4 | 5 - 8 | 9 - 12 | 13 - 15 | Зачетная         |
| Раздел курсового | 1     | 2     | 3      | 1, 2, 3 | Защита курсового |

|   |    |    |    |     |         |
|---|----|----|----|-----|---------|
| проекта                                 |    |    |    |     | проекта |
| Объем раздела, %                        | 10 | 15 | 15 | 60  | -       |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 10 | 25 | 40 | 100 | -       |

|               |   |
|---------------|---|
| Номер раздела | Раздел курсового проекта  |
| 1             | Выбор объекта, нормативов, типа и системы совмещённого освещения  |
| 2             | Моделирование осветительной установки совмещённого освещения      |
| 3             | Анализ результатов расчёта естественного и совмещенного освещения |

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)   | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование) |  |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|  |                  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |  |
| <b>Знать:</b>  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| основные методы проектирования осветительных установок для создания эффективной световой среды   | ИД-1пк-2         | +   | + | + |   |   |   |   |   |   | Дискуссия/Защиты лабораторных работ по естественному и искусственному освещению<br>Перекрестный опрос/Нормирование совмещённого освещения            |
| методики измерения характеристик оптического излучения   | ИД-1пк-2         |   |   |   |   | + | + |   |   |   | Дискуссия/Защиты лабораторных работ по естественному и искусственному освещению<br>Тестирование/Моделирование совмещённого освещения                 |
| основные источники научно-технической информации по естественному освещению и приборам для его обеспечения   | ИД-1пк-2         |   |   |   |   |   |   | + | + |   | Дискуссия/Защиты лабораторных работ по естественному и искусственному освещению<br>Контрольная работа/Расчёты естественного освещения в среде Python |
| принципы разработки эффективных алгоритмов решения задач естественного и искусственного освещения с использованием современных языков программирования | ИД-1пк-2         |   |   |   | + |   |   |   |   |   | Тестирование/Моделирование совмещённого освещения  |
| <b>Уметь:</b>  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| пользоваться основными светотехническими программами и программами инженерной и компьютерной графики   | ИД-1пк-2         |   |   |   |   |   |   | + | + |   | Контрольная работа/Расчёты естественного освещения в среде Python  |
| собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую   | ИД-1пк-2         | +   | + | + |   |   |   |   |   |   | Дискуссия/Защиты лабораторных работ по естественному и   |

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                          |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------|
| информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки в области средств и приборов для естественного освещения |  |  |  |  |  |  |  |  |  | искусственному освещению |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------|

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **2 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование совмещённого освещения (Тестирование)
2. Расчёты естественного освещения в среде Python (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защиты лабораторных работ по естественному и искусственному освещению (Дискуссия)

Форма реализации: Устная форма

1. Нормирование совмещённого освещения (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

###### *Курсовая работа (КР) (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

###### *Зачет с оценкой (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Григорьев, А. А. Фотометрические и оптические характеристики тел и сред : учебное пособие по курсу "Основы светотехники" по направлению "Электроника и наноэлектроника" / А. А. Григорьев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-1574-3 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7265>;

2. Энергоэффективное электрическое освещение : учебное пособие для вузов по специальности 140211 "Электроснабжение" направления 140200 "Электроэнергетика" / С. М. Гвоздев, Д. И. Панфилов, В. Д. Поляков, [и др.] ; ред. Л. П. Варфоломеев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2013 . – 288 с. - ISBN 978-5-383-00840-9 .;

3. Аль-Хусбан Ясин Юсиф Ахмад. Исследование светового климата Иордании и разработка метода расчета прямой составляющей естественной освещенности для архитектурных строений: 05.09.07 - Светотехника : Автореферат диссертации кандидата технических наук / Аль-Хусбан Ясин Юсиф Ахмад, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 2006 . – 20 с.;

4. Смирнов, П. А. Моделирование световых полей для расчетов осветительных установок естественного и совмещенного освещения: 05.09.07 - Светотехника : диссертация кандидата технических наук / П. А. Смирнов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М., 2010 . – 198 с.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=1798>;
5. Л. А. Гинзберг, И. Н. Мальцева- "Основы строительной светотехники и расчет естественного и искусственного освещения", Издательство: "Издательство Уральского университета", Екатеринбург, 2012 - (83 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239823>;
6. В. М. Слукин, Л. Н. Смирнов- "Проектирование естественного освещения зданий различного назначения", (3-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "Уральская государственная архитектурно-художественная академия (УралГАХА)", Екатеринбург, 2013 - (96 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436741>;
7. Смирнов С. Г., Гапонюк Н. А.- "Исследование естественного освещения", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2016 - (14 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/103392>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. nanoCAD Электро;
4. Python;
5. DIALux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
4. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) -  
<https://www.osapublishing.org/about.cfm>
8. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
9. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;  
<http://docs.cntd.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование                 | Оснащение   |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Е-511, Учебная аудитория каф. "Светотехники"  | стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет |
|   | Е-513, Учебная аудитория (конференц-зал) каф. | стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | “Светотехники”   | Интернет, компьютер<br>персональный  |
|  | Е-632, Аудитория<br>кафедры "Светотехника"                         | стол, стул, доска меловая  |
| Учебные аудитории для<br>проведения практических<br>занятий, КР и КП | Е-510, Лаборатория<br>искусственного ценоза<br>каф. “Светотехники” | стол, стул   |
|  | Е-511, Учебная аудитория<br>каф. “Светотехники”                    | стол, стул, доска интерактивная,<br>компьютерная сеть с выходом в<br>Интернет                            |
|  | Е-513, Учебная аудитория<br>(конференц-зал) каф.<br>“Светотехники” | стол, стул, доска интерактивная,<br>компьютерная сеть с выходом в<br>Интернет, компьютер<br>персональный |
|  | Е-632, Аудитория<br>кафедры "Светотехника"                         | стол, стул, доска меловая  |
| Учебные аудитории для<br>проведения лабораторных<br>занятий          | Е-508, Студенческий<br>коворкинг каф.<br>“Светотехники”            | стол, стул, книги, учебники,<br>пособия  |
|  | Е-506, Компьютерный<br>класс каф.<br>“Светотехники”                | стол, стул, компьютер<br>персональный, журналы   |
| Учебные аудитории для<br>проведения промежуточной<br>аттестации      | Е-511, Учебная аудитория<br>каф. “Светотехники”                    | стол, стул, доска интерактивная,<br>компьютерная сеть с выходом в<br>Интернет                            |
|  | Е-513, Учебная аудитория<br>(конференц-зал) каф.<br>“Светотехники” | стол, стул, доска интерактивная,<br>компьютерная сеть с выходом в<br>Интернет, компьютер<br>персональный |
| Помещения для<br>самостоятельной работы                              | Е-508, Студенческий<br>коворкинг каф.<br>“Светотехники”            | стол, стул, книги, учебники,<br>пособия  |
|  | Е-506, Компьютерный<br>класс каф.<br>“Светотехники”                | стол, стул, компьютер<br>персональный, журналы   |
| Помещения для<br>консультирования                                    | Е-511, Учебная аудитория<br>каф. “Светотехники”                    | стол, стул, доска интерактивная,<br>компьютерная сеть с выходом в<br>Интернет                            |
|  | Е-513, Учебная аудитория<br>(конференц-зал) каф.<br>“Светотехники” | стол, стул, доска интерактивная,<br>компьютерная сеть с выходом в<br>Интернет, компьютер<br>персональный |
| Помещения для хранения<br>оборудования и учебного<br>инвентаря       | Е-628, Прочее каф.<br>"Светотех."                                  | стол, стул, шкаф   |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Естественное и искусственное освещение

(название дисциплины)

#### 2 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Нормирование совмещённого освещения (Перекрестный опрос)
- КМ-2 Моделирование совмещённого освещения (Тестирование)
- КМ-3 Расчёты естественного освещения в среде Python (Контрольная работа)
- КМ-4 Защиты лабораторных работ по естественному и искусственному освещению (Дискуссия)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 4    | 8    | 14   | 16   |
| 1             | Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Основные особенности естественного света, роль естественного освещения в жизни человека, световой климат |            | +    |      |      | +    |
| 2             | Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу                   |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Астрономические и светотехнические характеристики солнца, движение солнца по небосводу                   |            | +    |      |      | +    |
| 3             | Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения          |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Нормирование естественного освещения, графоаналитические методы расчета естественного освещения          |            | +    |      |      | +    |
| 4             | Системы естественного освещения  |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Системы естественного освещения  |            |      | +    |      |      |
| 5             | Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции           |            |      |      |      |      |
| 5.1           | Инсоляция и солнцезащита. Нормирование и проектирование городской застройки с учетом инсоляции           |            |      | +    |      | +    |
| 6             | Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари  |            |      |      |      |      |
| 6.1           | Стекла и конструкции светопроемов, типы остекления, окна и фонари  |            |      | +    |      | +    |
| 7             | Моделирование распределения яркости небосвода. Световое поле естественного света                         |            |      |      |      |      |



|            |  |    |    |    |    |
|------------|--|----|----|----|----|
| 7.1        | Моделирование распределения яркости небосвода.<br>Световое поле естественного света                                      |    |    | +  | +  |
| 8          | Компьютерные расчеты естественного освещения.<br>Совмещение естественного и искусственного освещения<br>и энергоэкономия |    |    |    |    |
| 8.1        | Компьютерные расчеты естественного освещения.<br>Совмещение естественного и искусственного освещения<br>и энергоэкономия |    |    | +  | +  |
| Вес КМ, %: |  | 15 | 20 | 30 | 35 |

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Естественное и искусственное освещение**

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Контроль выбора объекта, нормативов, типа и системы совмещённого освещения
- КМ-2 Контроль модели освещения и первых результатов расчёта
- КМ-3 Анализ результатов
- КМ-4 Предзащита курсового проекта

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы                          | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 15   |
| 1             | Выбор объекта, нормативов, типа и системы совмещённого освещения  |            | +    |      |      | +    |
| 2             | Моделирование осветительной установки совмещённого освещения      |            |      | +    |      | +    |
| 3             | Анализ результатов расчёта естественного и совмещённого освещения |            |      |      | +    | +    |
| Вес КМ, %:    |   |            | 10   | 15   | 15   | 60   |