МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СВЕТОДИОДЫ И СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронные технологии наземного и космического назначения**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	92	92	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 70847

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью освоения дисциплины является приобретение знаний студентами в области физических основ, принципов действия и технологий изготовления современных светодиодов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование знаний об основных физических процессах работы светодиодов и светотехнических устройств.
2. Формирование умения анализировать исходные данные и результаты исследований светодиодов и светотехнических устройств.
3. Освоение методов расчёта, формирование навыков проектирования и проведения исследовательских испытаний светодиодов и светотехнических устройств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.13.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 70847

ПК-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-4.1. Знает комплектность конструкторской и технологической документации на стадиях разработки электронных средств и систем	Знание комплектности конструкторской и технологической документации на стадиях разработки светодиодов и светотехнических устройств
	ПК-4.2. Умеет контролировать комплектность конструкторской и технологической документации на стадиях разработки электронных средств и систем	Умение контролировать комплектность конструкторской и технологической документации на стадиях разработки светодиодов и светотехнических устройств
	ПК-4.3. Владеет навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Навыки контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам для светодиодов и светотехнических устройств
ПК-5. Способен участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет), установленной отчетности по утвержденным формам	ПК-5.1. Знает виды и особенности организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет) и отчетных документов	Знание видов и особенностей организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет) и отчетных документов для разработки светодиодов и светотехнических устройств
	ПК-5.2. Умеет разрабатывать организационно-техническую документацию (графики работ, инструкции, планы, сметы) и отчетные документы по утвержденным формам	Умение разрабатывать организационно-техническую документацию (графики работ, инструкции, планы, сметы) и отчетные документы по утвержденным формам для светодиодов и светотехнических устройств
	ПК-5.3. Владеет навыками разработки организационно-технической документации (графики работ, инструкции, планы, сметы) и отчетных документов по утвержденным формам	Навыки разработки организационно-технической документации (графики работ, инструкции, планы, сметы) и отчетных документов по утвержденным формам для светодиодов и светотехнических устройств

Согласована на портале № 70847

ПК-8. Способен организовывать метрологическое обеспечение производства электронных средств	ПК-8.1. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства	Знание методической базы измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства светодиодов и светотехнических устройств
	ПК-8.2. Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Умение осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры для светодиодов и светотехнических устройств
	ПК-8.3. Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов	Навыки метрологического сопровождения технологических процессов производства светодиодов и светотехнических устройств

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	92
Подготовка к тестированию	12	12
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	50	50
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	30	30
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Краткая история развития электрических источников света	3	3	-	13	19	ПК-4, ПК-5, ПК-8
2 Световая отдача светодиодов и светотехнических устройств	3	3	4	22	32	ПК-4, ПК-5, ПК-8

Согласована на портале № 70847

3 Технология изготовления светодиодов и светотехнических устройств	4	4	-	13	21	ПК-4, ПК-5, ПК-8
4 Основные параметры и характеристики светодиодов и светотехнических устройств	4	4	6	22	36	ПК-4, ПК-5, ПК-8
5 Применение светодиодов и светотехнических устройств	4	4	6	22	36	ПК-4, ПК-5, ПК-8
Итого за семестр	18	18	16	92	144	
Итого	18	18	16	92	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Краткая история развития электрических источников света	Лампа накаливания. Газоразрядная лампа. Светодиодная лампа.	3	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	3	
2 Световая отдача светодиодов и светотехнических устройств	Общие замечания. Излучательная рекомбинация и внутренняя квантовая эффективность. Внешняя квантовая эффективность.	3	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	3	
3 Технология изготовления светодиодов и светотехнических устройств	Общие сведения. Технологические операции изготовления полупроводникового материала. Технологические операции изготовления светодиодных кристаллов. Корпусирование светодиодов Материалы и компоненты для изготовления светодиодов.	4	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	4	
4 Основные параметры и характеристики светодиодов и светотехнических устройств	Конструкция светодиодов. Светодиоды белого цвета свечения. Светотехнические, электрические и эксплуатационные параметры светодиодов.	4	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	4	
5 Применение светодиодов и светотехнических устройств	Светодиодные лампы и светильники. Светодиодные системы передачи информации. Светодиоды в телевидении. Светодиоды в агротехнологиях.	4	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

Согласована на портале № 70847

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Краткая история развития электрических источников света	Лампа накаливания. Газоразрядная лампа. Светодиодная лампа.	3	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	3	
2 Световая отдача светодиодов и светотехнических устройств	Общие замечания. Излучательная рекомбинация и внутренняя квантовая эффективность. Внешняя квантовая эффективность.	3	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	3	
3 Технология изготовления светодиодов и светотехнических устройств	Общие сведения. Технологические операции изготовления полупроводникового материала. Технологические операции изготовления светодиодных кристаллов. Корпусирование светодиодов Материалы и компоненты для изготовления светодиодов.	4	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	4	
4 Основные параметры и характеристики светодиодов и светотехнических устройств	Конструкция светодиодов. Светодиоды белого цвета свечения. Светотехнические, электрические и эксплуатационные параметры светодиодов.	4	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	4	
5 Применение светодиодов и светотехнических устройств	Светодиодные лампы и светильники. Светодиодные системы передачи информации. Светодиоды в телевидении. Светодиоды в агротехнологиях.	4	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 70847

2 Световая отдача светодиодов и светотехнических устройств	Моделирование и экспериментальные исследования светодиодных линз	4	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	4	
4 Основные параметры и характеристики светодиодов и светотехнических устройств	Исследование характеристик светодиодов	6	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	6	
5 Применение светодиодов и светотехнических устройств	Исследование индекса цветопередачи светодиодов	6	ПК-4, ПК-5, ПК-8
	Итого	6	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Краткая история развития электрических источников света	Подготовка к тестированию	3	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	10	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	13		
2 Световая отдача светодиодов и светотехнических устройств	Подготовка к тестированию	2	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	10	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Лабораторная работа
	Итого	22		
3 Технология изготовления светодиодов и светотехнических устройств	Подготовка к тестированию	3	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	10	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	13		

Согласована на портале № 70847

4 Основные параметры и характеристики светодиодов и светотехнических устройств	Подготовка к тестированию	2	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	10	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Лабораторная работа
	Итого	22		
5 Применение светодиодов и светотехнических устройств	Подготовка к тестированию	2	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	10	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Лабораторная работа
	Итого	22		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		128		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	+	Лабораторная работа, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Экзамен
ПК-5	+	+	+	+	Лабораторная работа, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Экзамен
ПК-8	+	+	+	+	Лабораторная работа, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 70847

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Лабораторная работа	10	15	10	35
Тестирование	5	5	5	15
Отчет по практическому занятию (семинару)	5	10	5	20
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	30	20	100
Нарастающим итогом	20	50	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Светодиоды и светотехнические устройства: Учебное пособие / А. А. Вилисов, В. С. Солдаткин, В. И. Туев - 2020. 112 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9304.

7.2. Дополнительная литература

1. Наноэлектроника: Учебное пособие / Ю. В. Сахаров, П. Е. Троян - 2010. 88 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/537.

2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750.

Согласована на портале № 70847

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Экспериментальные исследования и статистическая обработка результатов: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных, практических занятий и организации самостоятельной работы / В. С. Солдаткин - 2018. 28 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7696.

2. Моделирование процессов и объектов: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных, практических занятий и организации самостоятельной работы / В. С. Солдаткин - 2018. 32 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7680.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Информационный стенд;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Согласована на портале № 70847

Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Аналитические весы ЛВ 210-А САРТОГОСМ;
- Вентиляционная система;
- Гониофотометр;
- Дымоуловитель;
- Измеритель емкости S-line - 3 шт.;
- Измеритель мощности GPM-8212RS;
- Измеритель светового потока "ТКА-КК1";
- Инфракрасный дистанционный термометр UT30A;
- Источник-измеритель Keithley - 2 шт.;
- Источник питания - 4 шт.;
- ЛАТР-трансформатор TDGC2-3K;
- Микрометр - 2 шт.;
- Микроскоп МБС-10 стереоскопический;
- Микроскоп электронный МС02 2.0МП;
- Паяльная станция;
- Подогреватель ЧИП компонентов АПК 1,0;
- Система для вакуумной инфузии идегазации МВС-2;
- Спектроколориметр "ТКА-ВД" - 2 шт.;
- Спектрофлуориметр СМ2203;
- Сушильный шкаф серии СНОЛ-58/350;
- Цифровая перенастраиваемая установка микросварки проволочных выводов;
- Цифровой мультиметр FLUKE-18B FLK - 2 шт.;
- Частотометр - 3 шт.;
- Штангенциркуль;
- Магнитно-маркерная доска;
- АРМ-инженера - 5 шт.;
- Монтажный стол - 5 шт.;
- Корпусный шкаф;
- Шкаф 2 секции;
- Шкаф лабораторный;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 70847

возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Краткая история развития электрических источников света	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
2 Световая отдача светодиодов и светотехнических устройств	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 70847

3 Технология изготовления светодиодов и светотехнических устройств	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Основные параметры и характеристики светодиодов и светотехнических устройств	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
5 Применение светодиодов и светотехнических устройств	ПК-4, ПК-5, ПК-8	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 70847

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Светодиод это? А. Полупроводниковый прибор с p-n переходом, испускающий некогерентное видимое излучение при пропускании через него электрического тока; Б. Полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при деформации; В. Электронный элемент, обладающий различной проводимостью в зависимости от направления электрического тока; Г. Электровакуумный прибор, работающий за счёт управления интенсивностью потока электронов, движущихся в вакууме или разрежённом газе между электродами.

2. Светодиодный модуль это? А. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройств управления; Б. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из двух или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, содержащее устройство управления; В. Устройство

Согласована на портале № 70847

используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических и механических компонентов и устройств, содержащее устройство управления; Г. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из двух или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройство управления.

3. Температурный коэффициент прямого напряжения это? А. Изменение прямого напряжения при фиксированном токе в зависимости от температуры активной области; Б. Изменение обратного напряжения при фиксированном токе в зависимости от температуры активной области; В. Изменение прямого тока при фиксированном напряжении в зависимости от температуры активной области; Г. Изменение обратного тока при фиксированном напряжении в зависимости от температуры активной области.

4. Коэффициент сохранения светового потока это? А. Отношение значения светового потока лампы в заданное время к его начальному значению, выраженное в процентах; Б. Отношение начального значения светового потока лампы к значению в заданное время, выраженное в долях; В. Отношение значения светового потока лампы в заданное время к его начальному значению; Г. Отношение начального значения светового потока лампы к значению в заданное время, выраженное в процентах.

5. Нормируемый срок службы лампы это? А. Время, в течение которого лампа обеспечивает более 50% (или альтернативно 70%) номинального светового потока, указанное совместно с интенсивностью отказов, объявленной изготовителем или ответственным поставщиком; Б. Время, в течение которого лампа обеспечивает более 40% (или альтернативно 60%) номинального светового потока, указанное совместно с интенсивностью отказов, объявленной изготовителем или ответственным поставщиком; В. Время, в течение которого лампа обеспечивает более 60% (или альтернативно 40%) номинального светового потока, указанное совместно с интенсивностью отказов, объявленной изготовителем или ответственным поставщиком; Г. Время, в течение которого лампа обеспечивает более 70% (или альтернативно 50%) номинального светового потока, указанное совместно с интенсивностью отказов, объявленной изготовителем или ответственным поставщиком.

6. Как проводятся испытания на переключение питающего напряжения встроенного устройства управления светодиодной лампы? А. При испытательном напряжении лампа должна быть включенной на 30 с и выключенной на 30 с. Число циклов должно быть равно половине нормируемого срока службы лампы в часах (пример: 10000 циклов при нормируемом сроке службы 20000 ч); Б. При испытательном напряжении лампа должна быть включенной на 1 мин и выключенной на 30 с. Число циклов должно быть равно четверти нормируемого срока службы лампы в часах (пример: 5000 циклов при нормируемом сроке службы 20000 ч); В. При испытательном напряжении лампа должна быть включенной на 1 мин и выключенной на 1 мин. Число циклов должно быть равно нормируемому сроку службы лампы в часах (пример: 20000 циклов при нормируемом сроке службы 20000 ч); Г. При испытательном напряжении лампа должна быть включенной на 30 с и выключенной на 30 с. Число циклов должно быть равно нормируемому сроку службы лампы в часах (пример: 20000 циклов при нормируемом сроке службы 20000 ч).

7. Как проводятся испытания на циклическое изменение температуры встроенного устройства управления светодиодной лампы? А. Лампу без подачи напряжения выдерживают при температуре минус 10 °С в течение 1 ч. Затем сразу лампу перемещают в камеру с температурой 40 и выдерживают в течение 1 ч. Должно быть выполнено пять таких циклов; Б. Лампу под напряжением выдерживают при температуре минус 10 °С в течение 2 ч. Затем сразу лампу перемещают в камеру с температурой 40 °С и выдерживают в течение 2 ч. Должно быть выполнено пять таких циклов; В. Лампу без

подачи напряжения выдерживают при температуре минус 20 °С в течение 1 ч. Затем сразу лампу перемещают в камеру с температурой 50 °С и выдерживают в течение 1 ч. Должно быть выполнено десять таких циклов; Г. Лампу под напряжением выдерживают при температуре минус 20 °С в течение 2 ч. Затем сразу лампу перемещают в камеру с температурой 50 °С и выдерживают в течение 2 ч. Должно быть выполнено десять таких циклов.

8. Коррелированная цветовая температура это? А. Температура черного тела, при которой координаты цветности его излучения близки в пределах заданного допуска к координатам цветности рассматриваемого излучения на цветовом графике МКО; Б. Температура абсолютно черного тела, цвет которого максимально приближен к цвету источника белого света; В. Характеристика хода интенсивности излучения источника света как функции длины волны в оптическом диапазоне; Г. Параметр, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому (кажущемуся) цвету этого тела при освещении его данным источником света.

9. Характеристика условной экваториальной кривой силы света – осевая? А. Кривая с двумя осями симметрии и двумя симметричными максимумами, расположенными по одной из этих осей; Б. Кривая с одной осью симметрии и двумя симметричными максимумами расположенными по разные стороны от оси; В. Кривая с двумя осями симметрии и одним максимумом, расположенным на одной из этих осей; Г. Кривая с одной осью симметрии и одним максимумом, расположенном на этой оси.

10. На каком оборудовании проводится измерение распределения силы света? А. На гониофотометре; Б. На спектроколориметре; В. На рефлектометре; Г. На оптиметре.

11. Тепловое сопротивление светодиодного модуля это? А. Отношение разницы температур к соответствующей рассеиваемой мощности; Б. Способность тела (его поверхности или какого-либо слоя) препятствовать распространению теплового движения молекул; В. Отношение рассеиваемой мощности к разнице температур (температура модуля минус температура окружающей среды); Г. Отношение испускаемого светового потока к рассеиваемой мощности.

12. Код IP это? А. Система кодификации, применяемая для обозначения степеней защиты, обеспечиваемых оболочкой, от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов, воды, а также для предоставления дополнительной информации, связанной с такой защитой; Б. Кодировка, применяемая для обозначения степеней защиты устройств от агрессивных сред; В. Кодировка, обозначающая защиту людей от доступа к опасным частям изделий и защиту электрооборудования внутри оболочки от попадания посторонних твердых предметов, защиту электрооборудования внутри оболочки от вредных воздействий в результате проникновения воды; Г. Система кодификации, применяемая для обозначения степеней защиты средств индивидуальной и коллективной защиты от вредоносных воздействий.

13. Дежурное освещение это? А. Освещение в нерабочее время; Б. Освещение рабочего места сотрудника; В. Освещение офисов и производственных площадей, исключая индивидуальное освещение рабочего места; Г. Общее основное освещение.

14. Индекс цветопередачи это? А. Мера соответствия зрительных восприятий цветного объекта, освещенного исследуемым и стандартным источниками света при определенных условиях наблюдения; Б. Параметр, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому цвету этого тела; В. Соотношение цветовой температуры осветительного прибора к цветовой температуре солнечного света; Г. Характеристика хода интенсивности излучения источника света как функции длины волны в оптическом диапазоне.

15. Комбинированное освещение это? А. Освещение, при котором к общему освещению

Согласована на портале № 70847

добавляется местное; Б. Совмещение различных видов осветительных приборов в одном помещении (лампы накаливания, светодиодные светильники, люминесцентные лампы); В. Применение разных типов осветительных приборов для общего и местного освещения (Лампы накаливания – общее, светодиоды – местное и т.д.); Г. Освещение модулями, в которых используются различные виды светоизлучающих устройств.

16. Коэффициент пульсации освещенности это? А. Критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током; Б. Критерий, который характеризует колебания светового потока, падающего на единицу поверхности, во времени; В. Характеристика осветительного прибора, учитывающая изменение величины освещения в единицу времени; Г. Параметр, характеризующий изменение яркости осветительного прибора, во времени.

17. Местное освещение это? А. Освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах; Б. Освещение, рассчитанное на несколько рабочих мест; В. Статичное освещение производственного помещения; Г. Освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, рассеивающими световой поток.

18. Стробоскопический эффект это? А. Явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающее при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках выполненных газоразрядными источниками света, питаемыми переменным током; Б. Возникновение зрительной иллюзии неподвижности предмета или его мнимого движения при его прерывистом визуальном наблюдении; В. Явление мигания источника света с большой частотой; Г. Характеристика осветительного прибора, учитывающая изменение величины освещения в единицу времени.

19. Световой поток это? А. Физическая величина, определяемая отношением световой энергии, переносимой излучением, ко времени переноса, значительно превышающему периоду электромагнитных колебаний; Б. Мощность лучистой энергии; В. Мощность видимого светового излучения, которое оценивается по зрительному ощущению; Г. Физическая величина, характеризующая величину световой энергии, переносимой в некотором направлении в единицу времени.

20. Спектроколориметр это? А. Прибор предназначенный для измерения координат цветности и коррелированной цветовой температуры источников света в международной колориметрической системе МКО 1931г. и 1976 г. в режиме измерения яркости самосветящихся поверхностей накладным способом и в режиме измерения яркости киноэкранов; Б. Прибор, с помощью которого производится измерение характеристик силы света, коэффициента пульсации источников света; В. Прибор предназначенный для измерения кривых силы света; Г. Электронно-оптический измерительный прибор для измерения параметров волоконнооптических линий передачи (ВОЛП).

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Испытания на климатические воздействия светодиодов и устройств на их основе.
2. Испытания на механические воздействия светодиодов и устройств на их основе.
3. Ресурсные испытания светодиодов и устройств на их основе.
4. Методы измерения электрических характеристик. Методы измерения световых характеристик.
5. Методы измерения колориметрических характеристик. RGB метод.
6. Получение белого цвета свечения светодиода с помощью люминофоров.
7. Электрические характеристики. Светотехнические характеристики.
8. Колориметрические характеристики.
9. Инжекция.

Согласована на портале № 70847

10. Рекомбинация. Световывод.

9.1.3. Темы практических занятий

1. Лампа накаливания. Газоразрядная лампа. Светодиодная лампа.
2. Общие замечания. Излучательная рекомбинация и внутренняя квантовая эффективность. Внешняя квантовая эффективность.
3. Общие сведения. Технологические операции изготовления полупроводникового материала. Технологические операции изготовления светодиодных кристаллов. Корпусирование светодиодов Материалы и компоненты для изготовления светодиодов.
4. Конструкция светодиодов. Светодиоды белого цвета свечения. Светотехнические, электрические и эксплуатационные параметры светодиодов.
5. Светодиодные лампы и светильники. Светодиодные системы передачи информации. Светодиоды в телевидении. Светодиоды в агротехнологиях.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Моделирование и экспериментальные исследования светодиодных линз
2. Исследование характеристик светодиодов
3. Исследование индекса цветопередачи светодиодов

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения

Согласована на портале № 70847

С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 70847

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ
протокол № 81 от «19» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РЭТЭМ	Н.Н. Несмелова	Согласовано, eebb9cff-fbf0-4a31-a395-8ca66c97e745
Старший преподаватель, каф. РЭТЭМ	А.Ю. Хомяков	Согласовано, a895711e-560a-4ef0-b416-953f14417f70

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РЭТЭМ	В.С. Солдаткин	Разработано, 20f9f21b-db84-4e42-8e40-98cd2ddd9cbe

Согласована на портале № 70847