

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
ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ФОТОБИОЛОГИЧЕСКОГО
ДЕЙСТВИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;


Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель


	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Журавлева Ю.А.
	Идентификатор	R2ce902ea-ZhuravlevaYA-ccb2012

Ю.А.
Журавлева**СОГЛАСОВАНО:**Руководитель
образовательной программы

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

В.Ю. Снетков

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

Г.В. Боос

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: - изучение фотобиологических реакций, воздействия оптического излучения на растения, изучение особенностей проектирования установок для светокультуры растений, изучение методов оценки эффективности таких установок; - изучение спектрального состава излучения в области фотосинтетической активной радиации, методов оценки эффективности облучательных установок для теплиц, специфики измерения фотонного потока, специфики измерений параметров облучательных установок для теплиц, углубление знаний в области светотехники; - изучение основ методологии разработки и использования автоматизированных систем научно-технических исследований в светотехнике; - приобретение знаний и навыков по разработке составных частей и элементов таких систем.

Задачи дисциплины

- обучение основным законам фотобиологических процессов и свойствами фотобиологических приемников излучения;
- ознакомление обучающихся с основными методами проектирования облучательных установок фотобиологического действия с учетом энергосбережения;
- приобретение навыков для измерения фотосинтетической фотонной облученности приборами различных производителей;
- ознакомление студентов с рынком тепличного освещения в России, с нормативной базой облучательных установок для теплиц.

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-1 Способен осуществлять метрологическое сопровождение производства, проектирование и конструирование световых приборов и их составных частей	ИД-1ПК-1 Определяет и реализует технические требования и задания на проектирование и конструирование световых приборов и их составных частей	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормативную базу облучательных установок для теплиц, виды фотобиологических реакций, особенности фотонной системы величин. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить измерения фотосинтетической фотонной облученности осветительных приборов.
ПК-1 Способен осуществлять метрологическое сопровождение производства, проектирование и конструирование световых приборов и их составных частей	ИД-2ПК-1 Осуществляет необходимые метрологические измерения и типовые испытания, разрабатывает методики измерений и контроля качества световых приборов и их составных частей	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить светотехнические расчеты облучательных установок для теплиц, формулировать цели и задачи научных исследований, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.
ПК-1 Способен осуществлять метрологическое сопровождение производства,	ИД-3ПК-1 Реализует техническое сопровождение проектов световых приборов и их составных частей	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды источников света для фитооблучателей, результаты проведения последних фотобиологических исследований, цели

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
проектирование и конструирование световых приборов и их составных частей		и задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач моделирования облучательных установок для теплиц, их виды.

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.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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	Оптический диапазон спектра. Системы облучения живых организмов.	18	3	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Первый"
1.1	Оптический диапазон спектра. Системы облучения живых организмов.	18		4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	
2	Фотосинтез, стадии фотосинтеза	18		4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Второй"
2.1	Фотосинтез, стадии фотосинтеза	18		4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	
3	Пигменты и их виды, спектры поглощения и эффективные спектры пигментов, влияние пигментов на процессы жизнедеятельности и развития живых организмов	18		4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:
3.1	Пигменты и их виды, спектры поглощения и эффективные спектры пигментов,	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 10-59	

	влияние пигментов на процессы жизнедеятельности и развития живых организмов												
4	Системы эффективных величин и единиц облучения живых организмов	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Четвертый" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 10-70
4.1	Системы эффективных величин и единиц облучения живых организмов	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	
5	Особенности метрики фотобиологических эффективных величин и единицы и способы их измерения	18	4	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Пятый и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 5-35
5.1	Особенности метрики фотобиологических эффективных величин и единицы и способы их измерения	18	4	4	2	-	-	-	-	-	8	-	
6	Виды систем облучения растений	18	4	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Шестой" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным
6.1	Виды систем облучения растений	18	4	4	2	-	-	-	-	-	8	-	

													работам.
7	Облучение водных живых организмов, его цели и особенности	13	3	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Седьмой"
7.1	Облучение водных живых организмов, его цели и особенности	13	3	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
8	Облучение животных в сельском хозяйстве и домашних животных	12	3	-	1	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Восьмой и подготовка к контрольной работе
8.1	Облучение животных в сельском хозяйстве и домашних животных	12	3	-	1	-	-	-	-	-	8	-	
9	Облучение людей	11	2	-	1	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Девятый" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], стр. 2-18
9.1	Облучение людей	11	2	-	1	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16		2		-	0.5		113.5	

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. Оптический диапазон спектра. Системы облучения живых организмов.

1.1. Оптический диапазон спектра. Системы облучения живых организмов.

Оптический диапазон спектра, влияние на живые организмы, живые организмы разных видов и их облучение, виды систем облучения.

2. Фотосинтез, стадии фотосинтеза

2.1. Фотосинтез, стадии фотосинтеза

Фотофизическая и фотохимическая стадии фотосинтеза, фотосистемы и схемы фотосинтеза, пигменты как приёмники излучения..

3. Пигменты и их виды, спектры поглощения и эффективные спектры пигментов, влияние пигментов на процессы жизнедеятельности и развития живых организмов

3.1. Пигменты и их виды, спектры поглощения и эффективные спектры пигментов, влияние пигментов на процессы жизнедеятельности и развития живых организмов

Описание видов пигментов, химические особенности определяющие их цвет, спектры поглощения и эффективности пигментов, содержание пигментов в клетках, хлоропласты. Функции пигментов в процессах фотосинтеза, жизнедеятельности и развития живых организмов.

4. Системы эффективных величин и единиц облучения живых организмов

4.1. Системы эффективных величин и единиц облучения живых организмов

Основные особенности построения эффективных систем величин и единиц, их особенности, виды фотобиологических эффективных величин и единиц..

5. Особенности метрики фотобиологических эффективных величин и единиц и способы их измерения

5.1. Особенности метрики фотобиологических эффективных величин и единиц и способы их измерения

Особенности метрики фотобиологических эффективных величин и единиц и способы их измерения. Приборы для измерения облученности различных производителей, принципы работы, характеристики: Проведение измерений на практике..

6. Виды систем облучения растений

6.1. Виды систем облучения растений

Виды систем облучения растений. Источники излучения для облучения растений. Облучательные приборы для облучения растений и их особенности..

7. Облучение водных живых организмов, его цели и особенности

7.1. Облучение водных живых организмов, его цели и особенности

Облучение водных растений, водорослей и одноклеточных, облучение в аквариумах и рыбоводстве..

8. Облучение животных в сельском хозяйстве и домашних животных

8.1. Облучение животных в сельском хозяйстве и домашних животных

Цели облучения животных в сельском хозяйстве, сельскохозяйственные нормативы облучения животных, облучательные установки для облучения животных. Облучение домашних животных и его цели..

9. Облучение людей

9.1. Облучение людей

Облучение человека с целью укрепления здоровья и иммунитета, поддержания здорового образа жизни и работы. Источники излучения, облучательные приборы и облучательные установки для облучения людей и их виды..

3.3. Темы практических занятий

1. Спектральный состав излучения пределах ФАР и продуктивность растений в сооружениях защищенного грунта;
2. Приборы для измерения фотосинтетической фотонной облученности;
3. Виды осветительных установок для теплиц, применяемые источники света;
4. Многоярусные установки для выращивания растений;
5. Фитотроны;
6. Расчеты установок облучения растений;
7. Проектирование облучательных установок;
8. Моделирование теплиц в программе DIALux;
9. Воздействие оптического излучения на растения. Виды фотобиологических реакций. Спектры действия фотосинтеза и других фотопроцессов;
10. Анализ результатов расчёта облучения;
11. Вопросы метрики фитоизлучателей в области ФАР. Новая фотонная система величин.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование параметров установки искусственного ценоза. Калибровка средств измерений.;
2. Исследование спектральных характеристик натриевых ламп для теплиц;
3. Исследование спектральных характеристик светодиодных ламп для теплиц;
4. Измерение и анализ параметров эффективности источников излучения для растений.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Девятый"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (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	9		
Знать:												
нормативную базу облучательных установок для теплиц, виды фотобиологических реакций, особенности фотонной системы величин	ИД-1ПК-1		+	+	+							Контрольная работа/Воздействие оптического излучения на растения Контрольная работа/Системы облучения
виды источников света для фитооблучателей, результаты проведения последних фотобиологических исследований, цели и задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач моделирования облучательных установок для теплиц, их виды	ИД-3ПК-1	+	+									Контрольная работа/Фотосинтез
Уметь:												
проводить измерения фотосинтетической фотонной облученности осветительных приборов	ИД-1ПК-1				+	+	+	+	+	+		Контрольная работа/Светотехнический расчет ОУ для теплиц
производить светотехнические расчеты облучательных установок для теплиц, формулировать цели и задачи научных исследований, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ИД-2ПК-1	+	+									Контрольная работа/Воздействие оптического излучения на растения Контрольная работа/Системы облучения Контрольная работа/Фотосинтез

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Воздействие оптического излучения на растения (Контрольная работа)
2. Светотехнический расчет ОУ для теплиц (Контрольная работа)
3. Системы облучения (Контрольная работа)
4. Фотосинтез (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

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 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. А. Г. Молчанов, В. В. Самойленко- "Энергосберегающее оптическое облучение промышленных теплиц", Издательство: "Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ)", Ставрополь, 2013 - (120 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=138855>;
2. Лебедкова, С. М. Учебное пособие по курсу "Светотехнические и облучательные установки и их эксплуатация": Инженерные методы расчета светотехнических параметров осветительных установок / С. М. Лебедкова, А. Б. Матвеев, В. И. Петров ; Ред. С. П. Решенов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1984 . – 104 с.;
3. Матвеев, А. Б. Облучательные установки фотофизического и фотохимического действия : Учебное пособие по курсу "Облучательные установки" / А. Б. Матвеев, С. М. Лебедкова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. В. И. Петров . – 1996 . – 69 с. : 3000.00 .;
4. Матвеев, А. Б. Учебное пособие по курсу "Светотехнические и облучательные установки": Электрические облучательные установки фотобиологического действия / А. Б. Матвеев, С. М. Лебедкова, В. И. Петров ; Ред. С. П. Решенов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1989 . – 92 с.;
5. Сарычев, Г. С. Облучательные светотехнические установки / Г. С. Сарычев . – М. : Энергоатомиздат, 1992 . – 240 с. : 3.75 .;
6. Терехов, В. Г. Метод экспериментального определения оптимальных параметров технологического освещения в условиях светокультуры зеленных растений: 05.09.07 "Светотехника" : автореферат кандидата технических наук / В. Г. Терехов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва, 2020 . – 20 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11231>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. 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
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. 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. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Е-632, Аудитория кафедры "Светотехника"	стол, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-510, Лаборатория искусственного ценоза каф. "Светотехники"	стол, стул
	Е-511, Учебная аудитория каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет
	Е-513, Учебная аудитория (конференц-зал) каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Е-632, Аудитория кафедры "Светотехника"	стол, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-508, Студенческий коворкинг каф. "Светотехники"	стол, стул, книги, учебники, пособия
	Е-506, Компьютерный класс каф. "Светотехники"	стол, стул, компьютер персональный, журналы
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-511, Учебная аудитория каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет

	Е-513, Учебная аудитория (конференц-зал) каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Е-508, Студенческий коворкинг каф. "Светотехники"	стол, стул, книги, учебники, пособия
	Е-506, Компьютерный класс каф. "Светотехники"	стол, стул, компьютер персональный, журналы
Помещения для консультирования	Е-511, Учебная аудитория каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет
	Е-513, Учебная аудитория (конференц-зал) каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-628, Прочее каф. "Светотех."	стол, стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Облучательные установки фотобиологического действия

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Фотосинтез (Контрольная работа)
- КМ-2 Воздействие оптического излучения на растения (Контрольная работа)
- КМ-3 Системы облучения (Контрольная работа)
- КМ-4 Светотехнический расчет ОУ для теплиц (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Оптический диапазон спектра. Системы облучения живых организмов.					
1.1	Оптический диапазон спектра. Системы облучения живых организмов.		+	+	+	
2	Фотосинтез, стадии фотосинтеза					
2.1	Фотосинтез, стадии фотосинтеза		+	+	+	
3	Пигменты и их виды, спектры поглощения и эффективные спектры пигментов, влияние пигментов на процессы жизнедеятельности и развития живых организмов					
3.1	Пигменты и их виды, спектры поглощения и эффективные спектры пигментов, влияние пигментов на процессы жизнедеятельности и развития живых организмов			+	+	
4	Системы эффективных величин и единиц облучения живых организмов					
4.1	Системы эффективных величин и единиц облучения живых организмов			+	+	+
5	Особенности метрики фотобиологических эффективных величин и единиц и способы их измерения					
5.1	Особенности метрики фотобиологических эффективных величин и единиц и способы их измерения					+
6	Виды систем облучения растений					
6.1	Виды систем облучения растений					+
7	Облучение водных живых организмов, его цели и особенности					

7.1	Облучение водных живых организмов, его цели и особенности				+
8	Облучение животных в сельском хозяйстве и домашних животных				
8.1	Облучение животных в сельском хозяйстве и домашних животных				+
9	Облучение людей				
9.1	Облучение людей				+
Вес КМ, %:		15	25	25	35